

**Universidade de Lisboa**



**Novelas gráficas pedagógicas na compreensão de aspetos da natureza da  
Ciência – um estudo com alunos do 11.º ano de escolaridade**

Sílvia Filipa da Silva Firmino

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela

Professora Doutora Cecília Galvão

2016



## **Agradecimentos**

Aos meus alunos um agradecimento muito especial. Foram os meus primeiros alunos e jamais me esquecerei de vocês. Obrigado por tudo o que me ensinaram e por tudo o que me deixaram ensinar. Foram, sem dúvida, uma turma fantástica e nada “descontrolada”!

À minha professora orientadora, a professora Doutora Cecília Galvão, por todo o apoio, partilha de conhecimentos e pela confiança que sempre demonstrou. À professora Doutora Carla Kullberg, um especial agradecimento, apesar de todas as contrariedades mostrou-se sempre disponível para me ajudar.

À professora Ana Vicêncio, por tudo! Pelas conversas, pelos conselhos, por todas as experiências que partilhou comigo e que me deu oportunidade de vivenciar! Por me fazer pensar se este era mesmo o meu caminho e por me mostrar o quão fascinante é ser professor! Pela disponibilidade que sempre teve para comigo e por acreditar que “as minhas ideias malucas” iriam resultar! Um gigante obrigada!

À professora Paula Serra, a minha professora cooperante, que foi além de professora cooperante um exemplo, uma amiga e conselheira! Recebeu-me na sua turma como uma futura colega, ensinou-me mais do que imagina, partilhou comigo as suas turmas, as suas experiências e as suas questões. Mostrou-se totalmente disponível para me ouvir, para me ajudar e para aceitar as ideias que trazia. Deu-me oportunidade de sentir que aquela também era a minha turma e aqueles também eram os meus alunos. Sem si não teria sido possível. Ficarei eternamente grata!

À 30, a minha pessoa! Porque me conheces melhor que ninguém e porque me aturaste não só este ano, mas desde há 4 anos atrás! Por acreditares em mim mais do que eu e por ouvires as minhas doideiras! Ensinaste-me que a família também se pode escolher e para isso não haverá agradecimento possível!

Ao Lulinha, o meu “irmão”, por ouvires as minhas histórias e peripécias, por mostrares que serei sempre capaz, por me ajudares a acreditar que era capaz de levar isto até ao fim! Pela partilha das coisas boas e das menos boas, pelas conversas de horas ao telefone, por tudo! Obrigada!

Aos meus afilhados por serem os melhores afilhados do mundo! Por ouvirem a chata da madrinha e acreditarem em mim. Por estarem lá sempre sem pestanejar! Obrigada sempre!

Ao padrinho! Simplesmente por seres o padrinho! Um exemplo de força e dedicação, que um dia me disse para dar sempre o melhor de mim em tudo! Por se preocupar mesmo estando do outro lado do mundo!

Aos meus amigos da FCUL e do IE, todos eles que de uma forma ou de outra me ajudaram a seguir o meu caminho! Que por palavras e gestos me fizeram acreditar que era possível, porque estão lá sempre!

À Filó que conheci apenas este ano, mas que assistiu a todas as minhas aulas e por várias vezes me questionou sobre o caminho que estava a construir, porque me fez refletir sobre a minha prática e que me deu bastantes conselhos! Por estar sempre disponível para ouvir os meus desabafos, por se ter tornado uma amiga!

Aos meus pais e ao Balili que fizeram o maior esforço da vida para poder seguir o meu sonho – ser professora! Espero um dia poder retribuir-vos tudo o que têm feito por mim!

A todos muito obrigada!



## Resumo

Os alunos de hoje em dia, por nascerem rodeados por tecnologias são chamados “nativos digitais”. A integração dessas tecnologias no ensino tem sido um desafio para as escolas e professores. Integrar as mesmas nas atividades investigativas é uma das soluções. Estas permitem envolver os alunos no mundo que os rodeia, desenvolvendo nos mesmos um conjunto de competências ao nível do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes. Estas competências são importantes para estimular a literacia científica dos alunos, tornando-os cidadãos críticos e conscientes das suas decisões. Para fortalecer a literacia científica dos alunos há que dotá-los de conhecimentos acerca de alguns aspetos da Natureza da Ciência, de forma a que percebam como se constrói o conhecimento científico. Tendo em conta este contexto realizou-se um estudo investigativo para compreender de que forma as novelas gráficas pedagógicas contribuem para a compreensão de alguns aspetos da Natureza da Ciência, no contexto da realização de atividades práticas, com alunos do 11.º ano de escolaridade. Neste estudo participaram 27 alunos de uma escola em Lisboa, com idades compreendidas entre os 15 e os 17 anos. A temática lecionada insere-se na componente de Geologia, intitulando-se «A preservação do registo da evolução biológica».

De forma a dar resposta à componente investigativa do estudo, recorreu-se a uma metodologia de natureza qualitativa e interpretativa. Os dados foram recolhidos através da observação participante das aulas e da análise de documentos produzidos pelos alunos, de questionários e da entrevista à professora cooperante. A análise dos dados sugere que a maioria dos alunos, com a discussão em aula e a produção das novelas gráficas pedagógicas, compreendeu os aspetos da Natureza da Ciência abordados e desenvolveu competências ao nível do conhecimento processual e substantivo, raciocínio, comunicação e atitudes. Os dados indicam igualmente, que os alunos apresentaram maiores dificuldades ao nível da generalização dos aspetos da Natureza da Ciência, bem como na gestão do tempo para a realização do trabalho. Os alunos apreciaram as atividades que realizaram e demonstraram envolvimento, gosto e empenho na sua realização.

Palavras-chave: novelas gráficas pedagógicas, natureza da Ciência, atividades de investigação, fósseis, rochas sedimentares.



## **Abstract**

Nowadays, students may be entitled “digital natives”, since they start experiencing the wonders of technology from the moment they are born. However, incorporating technology in education has been a challenge for both schools and teachers. One of the solutions may lie in the usage of these potential new methods as educational tools in classroom investigation activities. The establishment of this link allows students to engage in the world they are living in through the development of knowledge, reasoning, communication and behavioural skills: crucial to stimulate scientific literacy and create citizens conscious of their decisions. To strengthen the students’ scientific literacy and their understanding of how scientific knowledge is built, we must provide information on the basic aspects of the Nature of Science.

In this context our aim is to study how pedagogical graphic novels contribute to the understanding of the Nature of Science. The pedagogical graphic novels were implemented in 11<sup>th</sup> grade Geology practical activities under the designation of “The preservation of the biological evolution of registration”. The study sample consisted of 27 students of a secondary school in Lisbon, aged between 15 and 17 years old.

Data was collected through direct observation of classes and written documents and surveys produced by the students, as well as interviews to the class teacher. After applying both qualitative and interpretative methods, the results suggest that the students developed technical, knowledge, reasoning, communication and behavioural skills due to stimulating class discussions and the production of pedagogical graphic novels. Other interesting outcomes were the students’ difficulties on the generalization of the Nature of Science aspects and time management to complete the work. Overall, the students enjoyed the experience and demonstrated a positive attitude, enthusiasm and commitment to the activities developed under new technological methodologies of education.

**Key-words:** educational graphic novels, nature of science, research activities, fossils, sedimentary rocks.



# Índice

<i>Agradecimentos</i> .....	<i>i</i>
<i>Resumo</i> .....	<i>iii</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>v</i>
<i>Índice de Figuras</i> .....	<i>x</i>
<i>Índice de Quadros</i> .....	<i>xii</i>
<i>Capítulo I – Introdução</i> .....	<i>1</i>
1. Contextualização do Estudo .....	1
2. Problemática e questões orientadoras .....	3
3. Organização do relatório .....	4
<i>Capítulo II - Enquadramento teórico</i> .....	<i>7</i>
1. Ensino-Aprendizagem .....	7
2. Ensino das Ciências .....	9
3. Ensino por investigação .....	10
4. Natureza da Ciência .....	13
5. Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino das Ciências .....	15
<i>Capítulo III – Enquadramento Didático</i> .....	<i>19</i>
1. Enquadramento Científico .....	19
1.1. Fósseis como arquivos históricos da vida na Terra .....	20
1.2. Formação de Rochas Sedimentares .....	25
1.3. Classificação das Rochas Sedimentares .....	27
2. Enquadramento Curricular .....	29
2.1. Conteúdos trabalhados .....	30
3. Proposta Didática .....	32
3.1. Planificação a médio prazo .....	32
3.2. Fundamentação Didática .....	34
3.3. Avaliação .....	37
3.4. Descrição Sumária das Aulas .....	39
<i>Capítulo IV – Métodos e Procedimento</i> .....	<i>73</i>
1. Paradigma, abordagem e modalidade .....	73
2. Participantes: seleção e critérios .....	74
3. Instrumentos de recolha de dados .....	76
3.1. Observação .....	76

3.2. Inquérito por questionário .....	77
3.3. Inquérito por entrevista.....	78
3.4. Documentação produzida pelos alunos .....	79
4. Análise de Dados .....	79
<i>Capítulo V – Apresentação e Análise dos Resultados.....</i>	<i>81</i>
1. Apresentação dos Resultados.....	81
1.1. Questionários relativos aos aspetos da Natureza da Ciência .....	81
1.2. Questionário de opinião: percepções dos alunos .....	93
1.3. Dados referentes à documentação produzida pelos alunos .....	102
1.4. Entrevista à professora cooperante .....	110
2. Análise e Discussão dos Resultados .....	112
2.1. Quais as competências que os alunos desenvolvem com a realização de atividades práticas? .....	112
2.2. Que aspetos da natureza da ciência são valorizados pelos alunos ao longo da realização de atividades práticas? .....	115
2.3. Quais as competências que os alunos desenvolvem com as novelas gráficas pedagógicas? .....	118
2.4. Quais as principais dificuldades que os alunos apresentam ao produzir as novelas gráficas pedagógicas? .....	120
<i>Capítulo VI – Considerações Finais.....</i>	<i>123</i>
1. Conclusões .....	123
2. Reflexão.....	127
<i>Referências Bibliográficas.....</i>	<i>131</i>
<i>Apêndice 1 .....</i>	<i>137</i>
1.1. Atividade 1.....	138
1.2. Atividade 2.....	140
1.3. Atividade 3.....	141
1.4. Atividade 4.....	143
1.5. Atividade 5.....	144
1.6. Atividade 6 – Guião da saída de Campo .....	146
1.7. Guião da novela gráfica pedagógica.....	163
1.8. Competências a desenvolver com as atividades.....	164
<i>Apêndice 2 .....</i>	<i>165</i>
2.1. Planificação 1.....	166
1.2. Planificação 2.....	169
1.3. Planificação 3.....	172
1.4. Planificação 4.....	175

1.5. Planificação 5.....	178
<i>Apêndices 3.....</i>	<i>180</i>
3.1. Pré-questionário da Natureza da Ciência .....	181
3.2. Pós-questionário da Natureza da Ciência .....	182
3.3. Questionário de opinião.....	184
3.4. Guião da entrevista .....	188
<i>Apêndice 4.....</i>	<i>189</i>
4.1. Teste de Avaliação Sumativa .....	190
4.2. Critérios de Correção .....	199
4.3. Grelha de cotações do teste de avaliação sumativa .....	199
4.4. Ficha de Avaliação Prática.....	201
4.5. Critérios de Correção da Ficha de Avaliação Prática .....	204
4.6. Grelha de cotações da ficha de avaliação prática.....	206
<i>Apêndice 5.....</i>	<i>210</i>
5.1 Aula 1 .....	211
5.2. Aula 2 .....	213
5.3. Aula 3 .....	214
5.4. Aula 4 .....	218
5.5. Aula 5 .....	220
5.6. Aula 6 .....	222
5.7. Aula 7 .....	225
5.8. Aula 8 .....	227
5.9. Aulas de Avaliação Prática.....	229
5.10. Aula de pré-saída de campo .....	230
5.11. Aula de pós-saída de campo .....	232
<i>Apêndice 6.....</i>	<i>233</i>
6.1. Exemplos de pósters científicos.....	234
6.2. Grelha de classificação do póster científico .....	237
6.3. Grelha de classificação da apresentação do póster científico.....	238
<i>Apêndice 7.....</i>	<i>239</i>
7.1. Quadros de categorias de análise de conteúdos dos questionários relativos aos aspetos da Natureza da Ciência .....	240
7.2. Quadros de categorias de análise de conteúdos da entrevista (e) .....	243

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Relação entre trabalho prático, laboratorial, de campo e experimental (adaptado de Leite, 2000).....	11
<b>Figura 2.</b> Áreas de Integração das TIC (adaptado de Wang & Woo, 2007) .....	17
<b>Figura 3.</b> Fósseis de Fácies e de Idade por Carlos Marques da Silva, Departamento de Geologia da FCUL, 2006, retirado de <a href="http://paleoviva.fc.ul.pt/Paleogeofcul/Acetatos/A01_Intro04.pdf">http://paleoviva.fc.ul.pt/Paleogeofcul/Acetatos/A01_Intro04.pdf</a> .....	21
<b>Figura 4.</b> O processo de formação de camadas de carvão (Grotzinger, 2003).....	28
<b>Figura 5.</b> Carta de exploração da unidade lecionada durante a intervenção (M.E., 2003, p.29) .....	30
<b>Figura 6.</b> Estratégia em espiral, adaptado de Orion, 1993 .....	36
<b>Figura 7.</b> Casos “especiais” de aplicação do Princípio da Horizontalidade Inicial e da Sobreposição (retirada de <a href="http://rocksgravel.blogspot.pt/2010/10/principios-fundamentais-da.html">http://rocksgravel.blogspot.pt/2010/10/principios-fundamentais-da.html</a> ) .....	44
<b>Figura 8.</b> Esquema para elaboração de V de Gowin.....	58
<b>Figura 9.</b> O processo de formação de camadas de carvão (Grotzinger, 2003).....	60
<b>Figura 10.</b> Escola Secundária Vergílio Ferreira (retirado de <a href="http://sitiocomvistasobreacidade.blogs.sapo.pt/93904.html#.Vwe89fkrLIV">http://sitiocomvistasobreacidade.blogs.sapo.pt/93904.html#.Vwe89fkrLIV</a> ) .....	75
<b>Figura 11.</b> Média dos alunos da turma em estudo nas disciplinas de Português, Matemática, Física e Química e Biologia e Geologia, no 10.º ano de escolaridade.....	75
<b>Figura 12.</b> Opinião dos alunos (N=27) acerca da afirmação “O meu interesse sobre os assuntos explorados aumentou em consequência das aulas da disciplina”.....	93
<b>Figura 13.</b> Opinião dos alunos (N=27) acerca da componente da disciplina que consideram mais interessante .....	94
<b>Figura 14.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "A informação fornecida foi clara." 95	
<b>Figura 15.</b> Número de alunos (N=27) que sugeriram alterações na preparação e realização da Saída de Campo.....	95
<b>Figura 16.</b> Sugestões apontadas pelos alunos (N=27) na preparação e na realização da Saída de Campo .....	96
<b>Figura 17.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase “A estratégia utilizada foi motivadora.”.....	96



<b>Figura 18.</b> Número de alunos (N=27) que sugeriram alterações no processo de construção das novelas gráficas pedagógicas.....	97
<b>Figura 19.</b> Sugestões apontadas pelos alunos (N=27) na construção das novelas gráficas pedagógicas.....	98
<b>Figura 20.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "As novelas gráficas contribuíram para a minha aprendizagem." .....	99
<b>Figura 21.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "A estratégia foi bem incorporada no decorrer das aulas. " .....	99
<b>Figura 22.</b> Opinião dos alunos (N=27) sobre se a estratégia utilizada os ajudou a refletir sobre e como aprenderam. ....	100
<b>Figura 23.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "As novelas gráficas pedagógicas ajudaram-me a compreender alguns aspetos relacionados com a Natureza da Ciência." ....	100
<b>Figura 24.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "O grupo de trabalho funcionou bem." .....	101
<b>Figura 25.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "O trabalho em grupo foi importante para a minha aprendizagem." .....	101
<b>Figura 26.</b> Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "Ajudou-me a compreender melhor como trabalhar bem em equipa." .....	102
<b>Figura 27.</b> Classificações dos alunos (N=27) no teste de avaliação sumativa.....	106
<b>Figura 28.</b> Classificação dos alunos (N=27) na avaliação do teste prático.....	107
<b>Figura 29.</b> Respostas de dois grupos acerca do ceticismo dos cientistas.....	114

## Índice de Quadros

<b>Quadro 1</b> .....	27
<i>Principais Classes de rochas sedimentares</i> .....	27
<b>Quadro 2</b> .....	27
<i>Classificação de rochas sedimentares quimiogénicas</i> .....	27
<b>Quadro 3</b> .....	28
<i>Classificação de rochas sedimentares biogénicas</i> .....	28
<b>Quadro 4</b> .....	31
<i>Conteúdos programáticos da unidade relacionada com rochas sedimentares (adaptado de M.E., 2003)</i> .....	31
<b>Quadro 5</b> .....	33
<i>Plano Geral de Intervenção</i> .....	33
<b>Quadro 6</b> .....	82
<i>Análise das respostas à questão "Sob o seu ponto de vista, o que é a Ciência?" (q.1)</i> .....	82
<b>Quadro 7</b> .....	83
<i>Análise das Respostas à questão "Ciência, do latim scientia, significa conhecimento ou saber. Comente a afirmação." (q.2)</i> .....	83
<b>Quadro 8</b> .....	84
<i>Análise das respostas à questão "Os cientistas produzem conhecimento científico. Considera que esse conhecimento pode sofrer alterações no futuro?" (q.1)</i> .....	84
<b>Quadro 9</b> .....	85
<i>Análise das respostas à questão "Carl Sagan afirmou que «Existem muitas hipóteses na Ciência que são erradas. Isso é perfeitamente correto; elas são a abertura para descobrir o que é certo. A Ciência é um processo autocorretivo». Comente a afirmação, posicionando-se relativamente ao valor e papel das hipóteses em Ciência." (q.2)</i> .....	85
<b>Quadro 10</b> .....	87
<i>Análise das respostas à questão "Os cientistas constroem experiências/investigações quando querem encontrar respostas para algumas questões. Considera que os cientistas usam a sua criatividade e imaginação durante as suas investigações?" (q.1)</i> .....	87
<b>Quadro 11</b> .....	88

<i>Análise das respostas à questão “Conta-se que Newton reconheceu a existência de gravidade, quando uma maçã lhe caiu na cabeça. A lei da gravidade é considerada uma importante descoberta científica. Na sua opinião, que características de pensamento são essenciais à formulação de ideias científicas.” (q.2)</i>	88
<b>Quadro 12</b>	89
<i>Análise das respostas à questão “Na sua opinião, porque é que os cientistas estão em desacordo se têm acesso à mesma informação?” (q.1)</i>	89
<b>Quadro 13</b>	90
<i>Análise de respostas à questão “Na sua opinião, em que medida a controvérsia faz parte integrante da construção do conhecimento científico?” (q.2)</i>	90
<b>Quadro 14</b>	91
<i>Análise das respostas à questão “No seu ponto de vista a Ciência reflete os valores sociais e culturais ou é universal?” (q.1)</i>	91
<b>Quadro 15</b>	92
<i>Análise das respostas à questão “Considera que a Ciência: a) Está inserida na cultura; b) É influenciada pela cultura; c) Está acima da cultura; d) Todas as anteriores. Justifique.” (q. 2)</i>	92
<b>Quadro 16</b>	103
<i>Aspetos da Natureza da Ciência presentes nas atividades</i>	103
<b>Quadro 17</b>	104
<i>Classificações obtidas na primeira versão dos posters científicos</i>	104
<b>Quadro 18</b>	105
<i>Ponderação das classificações dos posters após feedback</i>	105
<b>Quadro 19</b>	107
<i>CrITÉRIOS de análise das Novelas Gráficas Pedagógicas</i>	107
<b>Quadro 20</b>	108
<i>Análise de conteúdo da novela gráfica pedagógica acerca da influência cultural na Ciência</i>	108
<b>Quadro 21</b>	109
<i>Análise de conteúdo da novela gráfica pedagógica acerca da influência da criatividade e da imaginação na construção do conhecimento científico</i>	109

<b>Quadro 22</b> .....	109
<i>Análise de conteúdo da entrevista à professora cooperante acerca das dificuldades consideradas pela mesma na abordagem dos aspetos da Natureza da Ciência (e) .....</i>	<i>109</i>

## Capítulo I – Introdução

### 1. Contextualização do Estudo

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.”*

Paulo Freire

A UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) elabora em 1996 um relatório sobre a educação para o século XXI, intitulado “Educação: um tesouro a descobrir”. Este surge pela importância que a UNESCO atribui à educação, sendo esta “indispensável à humanidade na sua construção dos ideais da paz, da liberdade e da justiça social” (p. 11). Nesta construção, com vista a dar respostas às transformações do mundo, o professor tem um papel preponderante. Cabe ao professor orientar os alunos, estimulando-os intelectualmente, fortalecendo a sua autonomia e espírito crítico, proporcionando condições não só para uma transmissão de conhecimentos, mas fundamentalmente para a apresentação destes sob a forma de problemas. Assim, o professor deve situar os alunos num determinado contexto e fazer com que os mesmos encontrem soluções e consigam fazer a “ponte” entre essas e o mundo real (Delors *et al.*, 1996).

Para acompanhar as transformações do mundo, a todos os níveis, económico, cultural, democrático e moral, vários países promovem o conhecimento da Ciência por toda a população – “Ciência para todos” (American Association for the Advancement of Science, 1993; Reis, 2006). Este movimento, que surgiu na América na década de 90, defende que todos alunos podem e devem desenvolver uma capacidade de reconhecer e explicar o mundo que os rodeia, discutindo os assuntos e podendo tomar decisões sensatas sobre os mesmos (Baird, 1995). Portugal é um dos países que apoia esta educação alargada das Ciências, investindo na literacia científica dos cidadãos. Esta ideia foi trazida para o currículo português através das Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico (Galvão, 2001). Nestas, a literacia científica é considerada “fundamental para o exercício da cidadania” (p. 6), desenvolvendo nos alunos um conjunto de competências (conhecimento, raciocínio,

comunicação e atitudes) essenciais para estimular a responsabilidade e o espírito crítico perante o que se passa no mundo que os rodeia.

A educação em Ciências deve, assim, formar cidadãos cientificamente cultos, para que os mesmos sejam capazes de perceber o mundo onde vivem e sejam capazes de participar ativamente e tomar decisões acerca de assuntos relacionados com o mundo que os rodeia, quer enquanto indivíduos quer enquanto membros de uma sociedade.

Alguns anos antes da criação do movimento “Ciência para todos”, o ensino das Ciências apresentava “uma imagem desconectada da realidade, dos problemas sociais e da sua interação com a tecnologia” (Cunha, 2006, p. 123), referindo-se à Ciência como “empirista, cumulativa e operativa” (Cunha, 2006, p. 123) e que não tem em consideração a história, a sociedade, a tecnologia e a relação entre todos estes aspetos. Por isso surgiu o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) que pretende que os conhecimentos científicos e tecnológicos sejam abordados tendo em conta a sociedade, contribuindo para uma melhor resolução de problemas e tomada de decisões por parte dos futuros cidadãos (Cunha, 2006).

Um aspeto muito importante para ajudar os alunos nesta tomada de decisões, desenvolvendo nos mesmos a literacia científica, é a inclusão dos aspetos da natureza da Ciência no ensino da mesma (Lederman, 1999). Um dos grandes desafios do Ensino das Ciências passa, assim, por uma aproximação dos alunos aos cientistas e ao modo como estes fazem Ciência e como se produz o conhecimento científico (Santos, 2014).

Hoje em dia vivemos num mundo de transformações, em que as evoluções tecnológicas estão constantemente a proporcionar à humanidade novas formas de compreender o mundo, e que cada vez mais dominam o quotidiano dos alunos e dos professores, disponibilizando de forma rápida e acessível inúmera informação (Cunha, 2006 e Macedo *et al.*, 2013).

Cabe, assim, ao professor acompanhar a inovação tecnológica integrando-a na sua sala de aula (Macedo *et al.*, 2013). Apesar das inúmeras barreiras existentes face ao uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) num contexto educativo, como a escassez dos recursos, baixo nível socioeconómico dos alunos, a falta de formação dos professores nesta área (Chaves, 2006), entre outras; barreiras essas

que, no meu ponto de vista, têm vindo a ser atenuadas com o passar do tempo. Apesar das barreiras existentes, a integração das tecnologias no ensino traz inúmeras vantagens para o aluno. A conjugação das TIC com o ensino das Ciências “promove a aprendizagem cooperativa, auto-regulada, e redes de comunicação mais alargadas, em busca da adaptação da escola à sociedade e às suas formas de construir o conhecimento” (Chaves, 2006, p. 3).

Desta forma, e para combater o chamado “ensino tradicional” em que impera o uso do manual escolar, foram criadas inúmeras estratégias, entre as quais as novelas gráficas pedagógicas (Fernandes & Barbeiro, 2015). Estas como o próprio nome indica são novelas pois envolvem uma relação entre o aluno (o autor) e a atividade que realiza (o herói); são gráficas pois são visuais e pedagógicas, pelo seu foco em atividades de ensino-aprendizagem (Fernandes & Barbeiro, 2015). Em suma, são uma estratégia de ensino-aprendizagem, que recorre ao uso das novas tecnologias e que permite relacionar o fundamento pedagógico, com o desempenho dos alunos e com a análise das atividades realizadas por estes.

Atendendo aos aspetos mencionados anteriormente, optou-se por integrar as novas tecnologias no ensino das Ciências, utilizando-se a estratégia de ensino-aprendizagem das novelas gráficas pedagógicas. Para além disso, optou-se por responder a um dos desafios do ensino das Ciências abordando os conteúdos programáticos definidos – dando também atenção a alguns aspetos da natureza da Ciência –, e perceber se as tecnologias podem ajudar na compreensão dos aspetos da natureza da Ciência.

## **2. Problemática e questões orientadoras**

O grande objetivo de investigação foi perceber “De que forma as novelas gráficas pedagógicas podem contribuir para a compreensão de aspetos da natureza da ciência, no contexto da realização de atividades práticas, na abordagem do tema «A preservação do registo da evolução biológica», na disciplina de Biologia e Geologia, com alunos do 11.º ano de escolaridade?”. Para dar resposta a este objetivo investigativo, a recolha de dados teve em vista dar resposta às seguintes questões orientadoras:

- Quais as competências que os alunos desenvolvem com a realização de atividades práticas?
- Que aspetos da natureza da ciência são valorizados pelos alunos ao longo da realização de atividades práticas?
- Quais as competências que os alunos desenvolvem com as novelas gráficas pedagógicas?
- Quais as principais dificuldades que os alunos apresentam ao produzir as novelas gráficas pedagógicas?

### **3. Organização do relatório**

Este relatório de prática de ensino supervisionada encontra-se dividido em seis capítulos e apêndices.

O primeiro capítulo, Introdução, contém uma contextualização da investigação desenvolvida, bem como os objetivos e as questões orientadoras da mesma. Para além disso, este capítulo contém uma breve descrição da organização deste relatório.

O segundo capítulo, Enquadramento Teórico, apresenta uma revisão da literatura fundamental para a compreensão dos temas abordados com este estudo. Permite ainda evidenciar os motivos que conduziram à escolha das estratégias e opções metodológicas efetuadas durante a intervenção.

O terceiro capítulo, Fundamentação Didática, exhibe toda a componente científica que foi alvo de lecionação, assim como a organização da intervenção e a descrição das estratégias de ensino adotadas. Neste é feita uma descrição de todas as aulas lecionadas, bem como as respetivas reflexões.

O quarto capítulo, Métodos e Procedimentos, descreve e justifica a metodologia utilizada na investigação, contextualiza a escola e os participantes sobre os quais incidiu a prática supervisionada, apresenta os instrumentos de recolha de dados utilizados bem como refere a análise feita a esses mesmos dados.



O quinto capítulo, Apresentação e Análise dos Resultados, exhibe os resultados recolhidos e apresenta uma discussão dos mesmos, de forma a responder às questões orientadoras.

O sexto capítulo, Considerações finais, procura responder às questões formuladas e apresenta uma reflexão final sobre a sua intervenção e investigação.

Em apêndice encontram-se todos os materiais que foram produzidos para a planificação e orientação das aulas, incluindo fichas de trabalho, PowerPoints, testes de avaliação e respetiva grelha de correções e cotações, questionários aplicados aos alunos e guião da entrevista realizada à professora cooperante.



## Capítulo II - Enquadramento teórico

*“A necessidade de transmitir conhecimento e competências, e o desejo de os adquirir são constantes da natureza humana. Mestres e discípulos, ensino e aprendizagem, deverão continuar a existir enquanto existirem sociedades”.*

George Steiner

Neste capítulo vai ser apresentado o enquadramento teórico relacionado com a problemática desta investigação. Será feita menção às teorias de ensino-aprendizagem, bem como será contextualizado o ensino das ciências e mais especificamente o conceito de ensino por investigação. Por último, é feita uma menção aos aspetos da natureza da ciência e é referida a importância das tecnologias da informação e comunicação para o ensino das ciências, mais precisamente para a implementação das novas tecnologias pedagógicas.

### 1. Ensino-Aprendizagem

Já em 1949, o professor Sebastião da Gama referia que “entre o ensinar e o aprender há tão pouca diferença que os dois conceitos se exprimem em francês pela mesma palavra [apprendre].” (2003, p. 120). Mas o que é isto do ensinar e aprender? Existem três grandes teorias que tentam explicar o processo de ensino-aprendizagem – o behaviorismo, o cognitivismo e o construtivismo.

O behaviorismo, referido nos trabalhos de Wundt, Watson e Thorndike, (Collins, 2002), assenta em dois princípios: o exercício e o efeito. Ou seja, a aprendizagem é mais eficaz quanto mais um comportamento for praticado ou exercitado. Mais tarde Skinner (Collins, 2002) efetuou grandes avanços nesta teoria referindo que o conhecimento científico era apenas o observável e que consequentemente se poderia narrar. Segundo Hohenstein e Manning (2010), esta teoria assenta numa perspetiva de que a criança é *tabula rasa* e é o seu comportamento que vai levar à sua aprendizagem, sendo tudo o que se passa na mente irrelevante, uma vez que não é observável. Como tal, Pavlov e Skinner (Hohenstein & Manning, 2010) acreditavam que a aprendizagem ocorria através da associação, com base em reforços e punições. Dessa forma, a aprendizagem é regular e o ensino é feito através da repetição, ocupando o professor o papel central, como

detentor de todo o conhecimento. Esse conhecimento é transmitido aos alunos da mesma forma (Collins, 2002).

Anos mais tarde, Jean Piaget desenvolve a teoria do cognitivismo, em que o foco é a forma como a informação é recebida, organizada, armazenada e recuperada pela mente; de certa forma a mente é comparada com um computador ao nível do processamento da informação (Collins, 2002). De acordo com Piaget, o processo de aprendizagem passa por determinados estádios, consoante o desenvolvimento cognitivo de quem está a aprender. Nesse caso, o avanço de um estado para outro acontece quando há um conflito cognitivo, ou seja, quando um novo conhecimento ou uma nova experiência levam à adição do mesmo ao conhecimento pré-existente – processo conhecido como acomodação. Este tipo de ensino é centrado no recordar, reter e compreender. Cabe, assim, ao professor apresentar a informação, para que o aluno a perceba e lhe atribua um significado, sendo ele o construtor do seu conhecimento (Hohenstein & Manning, 2010).

“Do conjunto de conhecimentos sobre a aprendizagem (...), aquele que parece ter maior utilidade e potencial para a prática docente é o Construtivismo” (Martins *et al*, 2006, p.25). De acordo com esta teoria, o fator mais importante para o processo de ensino-aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, pois é isso que vai afetar a aprendizagem futura. Desta forma, o aluno envolve-se ativamente na construção do conhecimento, não se limitando a receber e a processar a informação, mas envolvendo-se na procura da mesma. O professor funciona como um orientador da aprendizagem do aluno (Hohenstein & Manning, 2010). Esta é uma teoria que tem como finalidades a resolução de problemas, a capacidade de organização de ideias e o trabalho cooperativo.

Para além do enunciado, esta teoria refere que a aprendizagem ocorre através das interações que se estabelecem com os outros e com o ambiente em redor, sendo, na mesma, essa aprendizagem orientada. Tal é enunciado como sócio-construtivismo. Vygotsky também defendia esta ideia, dizendo que “a criança sofre mudanças bastante profundas na sua compreensão por envolver-se em atividades conjuntas e em conversas com outras pessoas” (Vygotsky, 1978, citado por Scaife, 2000, p. 69).

Vygotsky contribuiu para desenvolvimentos na teoria construtivista. O psicólogo avançou com o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Esta diz respeito a uma área entre o que as pessoas podem realizar por si próprias e o que conseguem resolver com a ajuda de alguém mais experiente (Hohenstein & Manning, 2010). Desta forma, cabe ao professor trabalhar na ZDP de cada um dos seus alunos para responder às necessidades dos mesmos e orientá-los na construção de novo conhecimento. Para tal, o professor também deve estar atento às concepções que os alunos trazem para a sala de aula, sejam elas a aprendizagem de conceitos, que ocorre em idades muito precoces, ou as que trazem ingenuamente enraizadas na sua cultura (Martins *et al.*, 2006). E essas concepções vão influenciar o que o aluno procura aprender, logo cabe ao professor pensar as estratégias de ensino para cada um dos seus alunos.

## **2. Ensino das Ciências**

Aprender Ciência deve ser “um processo de pesquisa orientado, que permita ao aluno envolver-se, ativa e emocionalmente, na (re)construção do seu conhecimento científico, favorecendo, deste modo, a aprendizagem significativa de forma mais eficiente” (Gil-Pérez *et al.*, 2002 citado por Martins *et al.*, 2006, p. 28). O professor de ciências deve funcionar, assim, como o orientador, proporcionando ao aluno situações de aprendizagem em que o mesmo participe ativamente, promovendo a sua autoconfiança e autonomia.

Hodson (1998, citado por Leite, 2006) afirma que a educação em ciências deve ser equilibrada e permitir aos alunos aprender ciências, aprender a fazer ciências e aprender acerca das ciências. Atualmente, através dos currículos de ciências, é o objetivo de muitos países proporcionar uma ciência para todos. Esta permite assegurar o desenvolvimento científico e tecnológico, o que garante a prosperidade económica de um país; permite um conhecimento sobre o mundo natural, para eventuais ações do quotidiano do aluno; e permite que os cidadãos sejam capazes de tomar decisões de forma crítica e reflexiva, formando uma sociedade democrática. Para além disso, a Ciência é um aspeto marcante da cultura de todos os cidadãos (Reis, 2006).

Nos últimos anos, os currículos escolares portugueses apostaram na promoção da literacia científica. Esta é, de acordo com as Orientações Curriculares para o 3.º Ciclo do Ensino Básico de Ciências Físicas e Naturais (Galvão, 2001), “fundamental para o exercício pleno da cidadania”, sendo para tal essencial “o desenvolvimento de um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes” (p. 5). A promoção da literacia científica é acompanhada pela promoção do denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (C-T-S). Esta pretende que o aluno conheça e valorize a Ciência e a Tecnologia na sua vida quotidiana e que seja capaz de utilizar essas informações na resolução de questões sociais (Cunha, 2006). No fundo, o aluno deve “aprender Ciência”, “aprender sobre Ciência”, “aprender a fazer Ciência”. Ou seja, deve de forma equilibrada aprender os conceitos relacionados com a Ciência, deve compreender os métodos e a natureza da Ciência, bem como a sua história, evolução e a sua relação com a sociedade e deve ser capaz de pesquisar e resolver problemas científicos (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2004). É missão do professor criar estratégias de aprendizagem que possibilitem aos alunos aprenderem Ciências em todas as suas vertentes, formando-os como cidadãos ativos no mundo.

### **3. Ensino por investigação**

As estratégias de ensino-aprendizagem que o professor poderá desenvolver para que o aluno aprenda devem implicar o envolvimento ativo do aluno. Dessa forma, as atividades desenvolvidas denominam-se por atividades práticas (Hodson, 1988, citado por Leite, 2000). Estas, segundo Leite (2000), englobam todas as atividades, sejam elas laboratoriais, de campo, experimentais ou as de papel e lápis, de pesquisa bibliográfica, entre outras. As atividades laboratoriais e de campo diferem no local onde ocorrem, podendo as primeiras ser realizadas numa sala de aula dita normal ou num laboratório e as segundas ao ar livre. Por outro lado, as atividades experimentais diferem das atividades laboratoriais e de campo, uma vez que requerem o controlo e a manipulação de variáveis.

Todas as atividades práticas só são consideradas desse tipo se promoverem o questionamento, a reflexão, a argumentação e a interação dos alunos com os seus

pares e com o professor, para que os alunos sejam capazes de compreender fenómenos, relacionar situações e desenvolver interpretações sobre determinados assuntos (Martins et al., 2006). Estas competências são promovidas pelo ensino por investigação.



Figura 1. Relação entre trabalho prático, laboratorial, de campo e experimental (adaptado de Leite, 2000)

O ensino por investigação, também denominado por *inquiry*, é realizado a partir de um problema, do qual devem resultar hipóteses que conjuguem quer os conhecimentos prévios dos alunos, quer as novas informações que recolheram (por exemplo, por atividades experimentais ou por consulta bibliográfica), que, por sua vez, devem ser comunicadas pelos alunos aos seus pares. Esta metodologia pretende que o aluno compreenda, não só, o conteúdo científico, mas também a Natureza da Ciência envolvida na produção do conhecimento científico (Zômpero & Laburú, 2011).

As diferentes atividades investigativas podem apresentar um grau de abertura variável, dependendo do objetivo da mesma e do nível de escolaridade em que vai ser implementada. No fundo, excluindo a contextualização teórica, nestas atividades é sempre o aluno a decidir, a imaginar e a executar (Leite, 2001). Parâmetros como a formulação do problema, a existência da contextualização teórica, a previsão de resultados, o desenho e execução do procedimento, a recolha de dados, a orientação da análise de dados, o fornecimento de conclusões e a reflexão sobre o trabalho

desenvolvido são tidos em conta na análise do grau de abertura de uma atividade (Leite, 2001).

A implementação das atividades investigativas promove o desenvolvimento de diversas competências que não são trabalhadas de outra forma. Com estas os alunos desenvolvem um raciocínio crítico, mobilizando conhecimentos científicos (NSES, 2000), o que se contrapõe ao ensino transmissivo. Para além disso, esta metodologia do Ensino das Ciências permite introduzir os alunos à cultura científica, para que o aluno se familiarize com a Natureza da Ciência e a produção do conhecimento científico (Zômpero & Laburú, 2011).

O ensino por investigação pode seguir vários modelos de aprendizagem, sendo o Modelo dos 5 E's de Bybee (2002) o que é seguido neste trabalho. De acordo com este modelo, as atividades são planeadas em cinco fases distintas, cada uma delas com finalidades específicas:

1. Envolvimento (*Engage*) – Nesta fase o professor procura motivar os alunos, despertando a sua curiosidade para a atividade que vai ser realizada. Serve, também, para formular a questão-problema e para o professor identificar as conceções alternativas dos alunos.
2. Exploração (*Explore*) – Nesta fase os alunos dão prioridade às evidências para responderem à questão formulada. Os alunos têm oportunidade de trocar ideias entre si e reformular as suas próprias ideias.
3. Explicação (*Explain*) – Nesta fase os alunos formulam as suas hipóteses explicativas, com base nas evidências recolhidas. Corresponde, também, à fase em que o professor guia os alunos numa compreensão mais aprofundada do tema.
4. Elaboração (*Elaborate*) – Nesta fase o professor lança novos desafios aos alunos, para que apliquem as suas aprendizagens a novas situações.
5. Avaliação (*Evaluate*) – Esta fase permite ao professor avaliar os progressos da aprendizagem dos alunos, mas também avaliar a atividade que desenvolveu. Nesta os alunos refletem sobre as suas próprias aprendizagens (Bybee, 2002).



Tendo em conta as potencialidades destas atividades para os alunos, pelas competências que promovem, e para os professores, pela organização das atividades, esta foi a estratégia adotada na prática de ensino supervisionada.

#### **4. Natureza da Ciência**

De acordo com Lederman (2002), a Natureza da Ciência “refere-se à epistemologia e à sociologia da Ciência, Ciência como uma forma de conhecimento, ou de valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento” (p.498). Contudo, pela sua multiplicidade de dimensões tem sido difícil chegar a um consenso, sendo este um conceito complexo.

A definição de ciência também é algo complexo, uma vez que cada definição da ciência tende a focar um dos aspetos da mesma, dependendo do ponto de vista tomado por quem a define. De acordo com Ziman (1984), a ciência pode ser definida como um meio de resolver problemas (aspeto instrumental); como um conhecimento organizado (aspeto de arquivo); como objetiva (aspeto metodológico da ciência); e como algo que pode ser descoberto por pessoas com talento para a investigação (aspeto vocacional). No fundo, ciência é uma combinação de todos os aspetos mencionados e muito mais – é uma forte componente cultural, é uma instituição social, faz parte da educação e é um fator importante nas relações humanas (Ziman, 1984).

Para compreender a ciência, Ziman afirma que é necessário analisá-la tendo em conta as suas dimensões – filosófica, psicológica, sociológica e histórica. Todas as dimensões se sobrepõem e devem estar presentes no ensino das ciências. A dimensão filosófica da ciência diz respeito aos métodos utilizados pelos cientistas (a observação, a experimentação e a teorização), sendo as características psicológicas dos cientistas na sua atividade o que faz parte da dimensão psicológica, a dimensão sociológica, na qual se foca a ciência relacionada com a sociedade externa (sociedade, política, história) e a sociedade interna (publicação). A dimensão histórica contempla a evolução do conhecimento científico, sendo este subjetivo e inacabado.

A abordagem da Natureza da Ciência em sala de aula pretende integrar os alunos numa visão mais real da Ciência, envolvendo os mesmos na produção do conhecimento científico. Esta pretende, de forma geral, motivar os alunos para a Ciência (Osborne, 2003). Neste contexto, os alunos do ensino secundário devem ser capazes de compreender que o conhecimento científico (a) é feito por tentativas, (b) é empírico, (c) parte do produto final tem influência do Homem, da sua criatividade e imaginação, (d) está inserido numa cultura e numa sociedade e (e) não existe um método científico universal (Lederman, 2002). A integração destes aspetos em sala de aula é possível através de uma adaptação do professor e das atividades que o mesmo desenvolve.

De todos os aspetos relativos à Natureza da Ciência que podem ser abordados nas aulas, Lederman (2002) faz menção a oito – a natureza empírica do conhecimento científico, as teorias e as leis científicas, a natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico, a influência da cultura e da sociedade no conhecimento científico, o método científico, as tentativas na produção de conhecimento científico e o seu carácter assente em observações. Qualquer um destes aspetos pode ser abordado nas aulas, sendo a profundidade e a complexidade da abordagem dos mesmos dependente do nível de escolaridade dos alunos.

A natureza empírica do conhecimento científico diz respeito ao facto da Ciência se basear em observações dos fenómenos que acontecem no mundo real e são essas observações que levam à construção de teorias. Contudo, sabendo que os cientistas não têm acesso direto a todos os fenómenos naturais que ocorrem, são as inferências que imperam. Por esse motivo, os cientistas diferenciam os conceitos de teorias e leis científicas. O primeiro diz respeito às inferências que são feitas pelas observações que se fazem ou pelas regularidades que se detetam em determinados fenómenos. Por outro lado, as leis descrevem, apenas, os fenómenos que são observáveis (Lederman, 2002).

A produção do conhecimento científico envolve a imaginação e a criatividade humana, pois o pensar criativamente corresponde à produção de ideias originais e inovadoras. Para além das influências individuais do Homem, a Ciência ao estar inserida numa determinada cultura e sociedade é influenciada por estas. Assim, a

política, a economia, a filosofia e a religião são alguns dos fatores que tem influência na produção do conhecimento científico (Lederman, 2002).

Uma das concepções alternativas que existe relativa à construção da Ciência é a existência de um método científico. “É verdade que os cientistas observam, comparam, medem, testam, especulam, criam hipóteses, criam ideias e conceitos e constroem teorias e explicações” (Lederman, 2002, p. 501). Porém, não existe uma única forma de levar à validação das soluções ou respostas, muito menos ao conhecimento certo ou verdadeiro. Até porque o conhecimento científico nunca é absoluto, inclui factos, teorias e leis que estão sujeitas a mudanças. Dessa forma, a Ciência constrói-se por tentativas. Essas tentativas assentam nas observações e são conduzidas por questões ou problemas.

A abordagem destes aspetos nas aulas de Ciências permite envolver os alunos numa cultura científica que, futuramente, os dota de capacidades para refletir criticamente acerca de questões científicas e tomar decisões ponderadas.

## **5. Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino das Ciências**

As tecnologias de informação e comunicação (TIC), segundo Damásio (2007), são um conjunto de artefactos, de atividades comunicacionais e sociais. Ou seja, são um conjunto de artefactos informáticos que promovem a comunicação quer entre pessoas de uma mesma sociedade, quer entre pessoas de diferentes sociedades, levando à partilha de experiências e saberes.

Os últimos anos têm sido marcados por um rápido desenvolvimento das TIC, o que tem impactos em todos os setores da sociedade (Santos, 2005). Os jovens de hoje em dia, que nasceram em plena era digital, são chamados, por Marc Prensky em 2001 seu clássico artigo “Digital Natives, Digital Immigrants”, de nativos digitais. Tendo ao seu dispor toda a informação, através da Internet, os jovens são cada vez mais impacientes, aguardando com celeridade as respostas ao que procuram (Silva, 2014). O ensino tem de acompanhar esta evolução, surgindo, assim, uma necessidade de mudança da concepção de ensino e aprendizagem, das práticas educativas e da formação de professores, de forma a integrar as TIC no ensino (Santos, 2005). Como refere Silva (2014, citando Melnikoff & Melnikoff, 2010), a evolução das TIC traz

novos desafios pedagógicos e está a transformar a cultura escolar. De acordo com Ponte (2010), as TIC fazem parte do ambiente de aprendizagem, quer para os alunos, quer para os professores, pois apoiam “a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento de capacidades específicas”, “permitem a criação de espaços de interação e partilha” e “representam (...) uma ferramenta de trabalho do professor” (p. 2). Com as TIC os alunos podem reforçar a reflexão acerca da sua aprendizagem, podem melhorar o trabalho de grupo, o que contribui para aumentar a sua motivação e, conseqüente, melhorar o seu rendimento escolar (Melo, 2011).

A escola, enquanto instituição, deve “promover uma alfabetização tecnológica, aprofundando estes saberes e consolidando metodologias inovadoras, adotando a tecnologia como mais um recurso educativo” (António & Coutinho, 2012, p.111). Espera-se, assim, que as TIC não sejam utilizadas apenas em contexto de sala de aula, mas que sejam integradas nas estratégias de ensino e aprendizagem, desenvolvendo nos alunos um espírito crítico e renovando as formas de acesso aos conhecimentos.

Porém, esta integração das TIC no ensino tem algumas limitações, nomeadamente do tipo pedagógico, institucional e tecnológico (Valdivia, 2008). Por um lado, muitos professores não têm formação suficiente nesta área não conseguem integrar as TIC nas suas aulas, outros apesar de terem essa formação não se sentem confortáveis em implementar atividades que integrem as tecnologias e outros sentem inúmeras dificuldades em planear as aulas com as TIC e em sincronizar os materiais que têm disponíveis com as necessidades dos alunos. Por outro lado, o apoio da escola neste processo é muito importante, pois é esta responsável por financiar quer os materiais necessários, quer a manutenção dos mesmos (Valdivia, 2008).

De acordo com Wang e Woo (2007), as TIC podem ser integradas no currículo em três níveis: macro – currículo, meso – conteúdos, e micro – aulas (Figura 2). Sendo que o primeiro nível diz respeito à integração das TIC numa dada área curricular; o segundo está relacionado com o apoio das TIC no ensino-aprendizagem de um determinado conteúdo de uma disciplina e o terceiro nível está relacionado com a utilização das TIC nas aulas para compreensão de determinados conceitos.

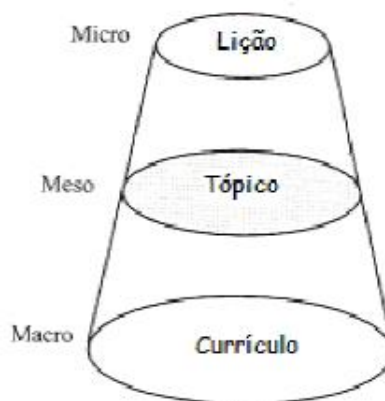


Figura 2. Áreas de Integração das TIC (adaptado de Wang & Woo, 2007)

Para integrar as TIC nas aulas de Biologia e Geologia lecionadas aquando da intervenção, optou-se pelas novelas gráficas pedagógicas, “conceito emergente e uma ferramenta digital”. Estas são “uma representação de actividades de ensino e aprendizagem com fidelidade perceptual, real ou simulada, que comunica o fundamento pedagógico, a trajectória, os resultados e a análise das referidas actividades” (Fernandes & Barbeiro, 2015, p. 735). Em suma, denominam-se de novela por haver uma relação entre o autor e o seu herói (Fernandes & Barbeiro, 2015), isto é, entre o aluno (o autor) e a atividade prática que realiza (o herói), a fonte de construção de conhecimento; de gráfica pela fidelidade visual com a atividade que está a ser desenvolvida e pedagógica por ser uma estratégia de ensino-aprendizagem.

Esta estratégia de ensino-aprendizagem surgiu com o aparecimento dos estúdios de aprendizagem em Ciências. Estes estúdios são definidos como “espaços híbridos” onde se podem desenvolver inúmeras atividades de ensino e aprendizagem, fazendo desvanecer o conceito dual de laboratório para o trabalho prático e a sala de aula regular para o trabalho teórico (Fernandes & Barbeiro, 2015). Os estúdios de aprendizagem requerem que os alunos trabalhem em grupo, tenham acesso a computador e a internet, tenham acesso a material laboratorial, participem em discussões em grupo e sejam capazes de trabalhar com os seus pares (Beichner et al., 2007).

De forma a integrar os conceitos teóricos com a prática e de forma a terminar com os protocolos tipo receita surgiram as novelas gráficas pedagógicas. Estas, em termos gerais, consistem numa captura de fotos e vídeos, com um dispositivo móvel,

que, posteriormente são adicionadas à plataforma Microsoft One Note, que permite a manipulação e reutilização dos conteúdos que são adicionados e a orientação da captura e a análise da atividade (Fernandes & Barbeiro, 2015). Por fim, os conteúdos adicionados formam uma novela, em vídeo ou em fotos. Para o professor, as novelas gráficas pedagógicas dão oportunidade de reflexão sobre a sua prática e sobre o desempenho dos seus alunos.

Com base em tudo o que foi referido, optou-se pela implementação das novelas gráficas pedagógicas, em simultâneo com atividades práticas desenvolvidas ao longo da unidade lecionada, para perceber o seu papel na compreensão dos aspetos da natureza da Ciência e contribuir para a formação dos alunos enquanto cidadãos informados.

## Capítulo III – Enquadramento Didático

Neste capítulo será descrita a fundamentação científica da unidade lecionada durante a prática de ensino supervisionada, bem como a fundamentação didática das estratégias de ensino-aprendizagem adotadas e a planificação de toda a intervenção.

### 1. Enquadramento Científico

A fundamentação científica que se segue tem como base a bibliografia geral de referência *Understanding Earth*, de Grotzinger (2003), mas também a obra *Earth: portrait of a planet* de Marshak (2001) e *Geologia Sedimentar* de Galopim de Carvalho (2003).

As temáticas lecionadas que apoiam este trabalho investigativo estão centradas na componente de Geologia e englobadas no grande tema “Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano” e no subtema “Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres”. A unidade lecionada denomina-se “Principais etapas de formação das rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.” (ME, 2003).

De forma a contextualizar os alunos e com o objetivo de promover a interdisciplinaridade entre as componentes de Biologia e Geologia a professora criou o tema “A preservação do registo da evolução biológica”, de forma a interligar a “Evolução Biológica” (uma das últimas unidades abordadas na componente de Biologia) com a paleontologia e a formação de rochas sedimentares (primeira unidade a ser lecionada na componente de Geologia). A unidade teve início com a análise da importância dos fósseis na reconstituição do passado da vida na Terra e na reconstituição de paleoambientes, recorrendo, principalmente, aos princípios estratigráficos. Posteriormente foram abordadas as etapas de formação das rochas sedimentares (meteorização, erosão, transporte, sedimentação e diagénese) e a classificação das mesmas (detríticas, quimiogénicas e biogénicas).

### 1.1. Fósseis como arquivos históricos da vida na Terra

Em meados do século XIX, Charles Darwin utiliza o argumento paleontológico para sustentar a sua teoria – A Teoria da Evolução. Darwin baseia-se em fósseis que encontrou durante a sua viagem no H.M.S. *Beagle* para explicar que os organismos evoluíram ao longo do tempo, através da seleção natural, a partir de um ancestral comum (Marshak, 2001). Esses argumentos paleontológicos utilizados por Darwin, que fazem parte da paleontologia, têm como foco de estudo os fósseis. Em 1669, o dinamarquês Nicolaus Steno sugere que um fóssil se origina por sedimentos que incorporam o organismo e quando esses sedimentos dão origem a uma rocha o organismo dá origem a um fóssil (Marshak, 2001). Atualmente, um fóssil é “Todo e qualquer vestígio identificável, somático ou de atividade orgânica, de organismos pretéritos conservados em contextos geológicos.” (Silva, 2006). O processo que dá origem aos fósseis designa-se de fossilização e para que tal ocorra são necessárias algumas condições, pois nem todos os organismos que morrem dão origem a um fóssil. Para tal, é necessário que o organismo morra num ambiente anóxico (livre de oxigénio), para que não sofra oxidação e decomposição microbiana, incluindo as partes duras; em que haja uma rápida deposição de sedimentos; que possua partes duras; e num ambiente que não sofra diagénese nem metamorfismo, fenómenos que podem destruir os fósseis (Marshak, 2001). Os processos de fossilização podem ser por conservação em gelo, como os mamutes da Sibéria; dessecação, como as múmias do Egipto; conservação em âmbar, como acontece com muitos insetos; mineralização, como ocorre com muitas plantas e esqueletos de animais; moldagem, como em conchas; incarbonização, característica das plantas; e icnofósseis, que correspondem a marcas deixadas pelos organismos e preservadas nas rochas sedimentares (Marshak, 2001).

Os fósseis podem ser ideais paleoambientais ou biostratigráficos (Figura 3). Os primeiros, tal como mostra a figura, estão limitados a um ambiente restrito por longos períodos de tempo, sendo, por isso, importantes na caracterização de ambientes de formação. Os segundos, apresentam uma ampla distribuição geográfica, mas uma restrita distribuição no tempo, o que permite que a sua presença identifique um curto espaço de tempo geológico (Silva, 2006).



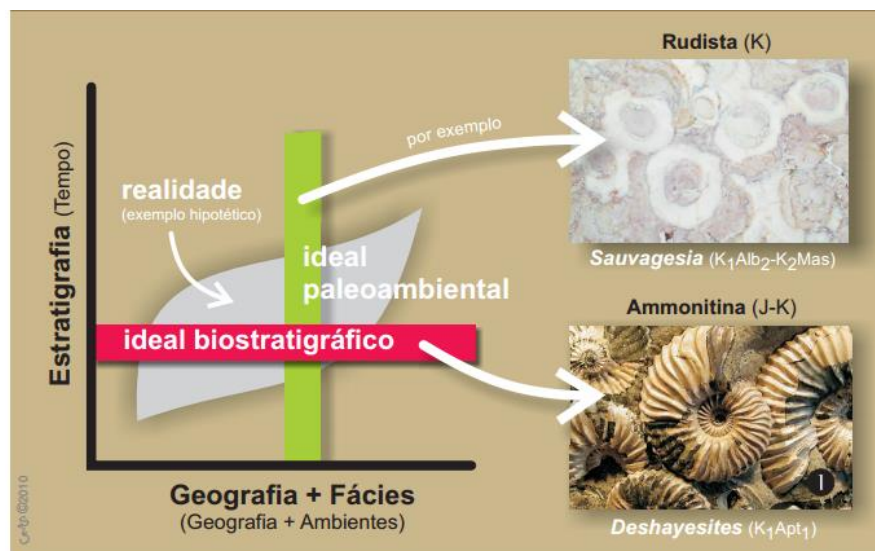


Figura 3. Fósseis de Fácies e de Idade por Carlos Marques da Silva, Departamento de Geologia da FCUL, 2006, retirado de [http://paleoviva.fc.ul.pt/Paleogeofcul/Acetatos/A01\\_Intro04.pdf](http://paleoviva.fc.ul.pt/Paleogeofcul/Acetatos/A01_Intro04.pdf)

Existem ainda os chamados “Fósseis vivos”. Estes são organismos atuais que pertencem a grupos biológicos que no passado foram mais abundantes e mais diversificados que atualmente. São exemplos destes fósseis a *Ginkgo biloba* e o *Limulus polyphemus* (Silva, 2006).

### 1.1.2. Datação relativa das Rochas

No início do Renascimento, os cientistas começaram a perceber que o tempo dos fenómenos geológicos excedia em muito o tempo histórico. James Hutton, considerado o “pai da Geologia”, cria o princípio do uniformitarismo ou princípio das causas atuais, que enuncia que “o presente é a chave do passado” e os processos que observamos hoje em dia permitem explicar o que se passou no passado na Terra (Marshak, 2001). No século XIX, os cientistas desenvolvem uma forma de dividir o tempo geológico, a partir da relação de espaço e tempo entre as rochas expostas à superfície – a datação relativa. Esta datação tem como base a estratigrafia (a ciência que estuda a descrição, correlação e classificação dos estratos das rochas sedimentares) (Marshak, 2001; Grotzinger, 2003).

Nesse século Charles Lyell junta as ideias de Steno e Hutton e desenvolve os princípios estratigráficos. O princípio da horizontalidade inicial estipula que os

sedimentos acumulam-se formando camadas horizontais; se encontrarmos camadas dobradas ou inclinadas, sabemos à partida que esta deformação ocorreu depois da deposição dos sedimentos e a sua transformação em rocha. O princípio da sobreposição enuncia que, numa sequência sedimentar não deformada, cada camada de rocha sedimentar é mais nova que a que se encontra abaixo e mais antiga do que a que se encontra por cima. O princípio da continuidade lateral diz-nos que as camadas de rochas sedimentares se estendem lateralmente, porque se formam em bacias oceânicas amplas onde os processos físicos que governam a sedimentação são semelhantes ao longo de grandes extensões. O princípio da identidade paleontológica define que os grupos de fósseis aparecem numa ordem definida e que as camadas que possuem os mesmos fósseis têm a mesma idade. O princípio da interseção declara que uma estrutura geológica (falha, filão, discordância) que interseja uma camada é posterior a ela. O princípio da inclusão anuncia que se existirem inclusões, resultantes de outras rochas, numa camada essas são mais antigas que a camada onde se inserem (Marshak, 2001 e Grotzinger, 2003).

Ao observar as sequências sedimentares, os geólogos encontraram alguns lugares onde as sequências estavam ausentes, ou porque não tinham sido depositadas ou tinham sido totalmente erodidas antes de uma nova deposição. A superfície que existe entre essas duas formações designa-se descontinuidade ou inconformidade e o intervalo de tempo existente entre a deposição da camada mais antiga seguida da descontinuidade e da camada mais recente designa-se de hiato. As discordâncias são classificadas de acordo com a relação que existe entre as camadas (Marshak, 2001 e Grotzinger, 2003). Desta feita podem ser:

- Desconformidade – a camada mais recente assenta sobre uma superfície erodida desenvolvida sob uma camada não deformada, não havendo diferença de atitude entre estas unidades.

- Não-conformidade – a camada mais recente recobre rochas ígneas ou metamórficas.

- Discordância angular – a camada mais recente sobrepõe-se a um conjunto de camadas que foram deformadas por processos tectónicos e posteriormente sofreram erosão.

- Paraconformidade – Não há diferenças de atitude entre unidades sobrepostas, mas, faltando diversos conjuntos líticos, existe um hiato.

### **1.1.3. Ambientes sedimentares**

Os fósseis permitem-nos, muitas vezes, reconstituir os paleoambientes da sua formação, não só pela sua presença, mas também pelo seu estado de conservação. Por exemplo, fósseis quebrados indicam um ambiente sedimentar de elevado hidrodinamismo que levou à degradação desses mesmos fósseis. Para além disso, os fósseis de fácies, caraterísticos de um ambiente específico e que viveram por longos períodos de tempo são também fatores importantes na reconstituição paleoambiental (Grotzinger, 2003).

Os paleoambientes serão ambientes sedimentares, uma vez que conjugaram um conjunto de processos geológicos (correntes de transporte de sedimentos, movimentação tectónica, atividade vulcânica) e condições ambientais (tipo e quantidade de água, relevo e atividade biológica). De acordo com estes fatores e a sua localização, os ambientes sedimentares classificam-se em continentais, costeiros, marinhos. Os ambientes continentais são divididos em rios, desertos, lagos e glaciares, tendo em conta as variações de temperatura e precipitação dos locais. Os ambientes costeiros influenciados pela dinâmica das ondas, das marés e das correntes dividem-se em deltas, planície de maré e em praias. Os ambientes marinhos são classificados de acordo com a profundidade da água e os tipos de correntes em: plataforma continental, recifes, talude e plataforma abissal (Grotzinger, 2003).

A reconstituição paleoambiental pode ser feita a partir de algumas estruturas sedimentares. Uma dessas estruturas resulta da estratificação cruzada ou oblíqua, isto é, um conjunto de material sub-estratificado no interior de uma camada, depositado pelo vento ou pela água, com uma inclinação em relação à horizontal e portanto à superfície de estratificação principal segundo ângulos até 35°. Outra das estruturas resulta das marcas causadas pela ondulação. Estas podem ser observadas nas dunas expostas ao vento ou em locais expostos sob as ondas das praias. As marcas de ondulação distinguem-se pela sua regularidade e extensão sendo que as provocadas pelas ondas do mar são simétricas e as provocadas por ventos ou rios são

assimétricas (Grotzinger, 2003). Estas são marcas que indicam a presença de correntes de maré ou correntes litorais no ambiente de formação da rocha.

As sequências sedimentares também permitem reconstituir os paleoambientes. Por sequência sedimentar entende-se a sucessão dos estratos depositados durante um ciclo de transgressão ou de regressão. Ambos os fenómenos estão relacionados com a percepção do nível da água do mar em cada região. Quando a linha de costa avança pelo continente, estamos perante uma transgressão, que resulta da subida do nível da água do mar ou da subsidência do continente. Quando a linha de costa recua (ou avança para o mar), estamos perante uma regressão, que resulta da descida do nível do mar ou da elevação dos continentes (Marshak, 2001). As sequências sedimentares associadas a estes fenómenos distinguem-se pela sua granosseleção. Na transgressão a sequência é positiva (grãos grosseiros na base e finos no topo) e na regressão a sequência é negativa (grãos finos na base e grosseiros no topo).

Todos os fatores referidos, que ficam preservados no registo geológico sedimentar permitem-nos hoje em dia fazer a reconstituição dos paleoambientes.

#### **1.1.4. Escala de Tempo Geológico**

A escala de tempo geológico é um calendário de idades relativas da história da Terra, calibrado pela geocronologia. Apesar de ter sido iniciada nos séculos XIX e XX, a escala de tempo geológico está sempre a ser atualizada e aperfeiçoada. Encontra-se dividida em quatro unidades principais de tempo – os éons, sendo estas divididas em eras, períodos e épocas, por ordem decrescente de duração temporal (Grotzinger, 2003).

O éon mais antigo é o Hadeano (do grego *hades*, “inferno”), correspondendo aos primeiros tempos de evolução da Terra, desde a sua formação, por isso um tempo difícil de reconstituir; a superfície do planeta era mais quente que atualmente e apresentava intensa atividade vulcânica. O éon Arqueano (do grego *archaios*, “antigo”) corresponde à estabilização da constituição da crosta continental e de uma crosta oceânica, dos oceanos e início da vida. Nalgumas rochas sedimentares desta idade encontram-se fósseis de alguns organismos unicelulares primitivos. O éon que

se segue é o Proterozóico (do grego *próteros*, “anterior” e *zoikós*, “vida”). Caracteriza-se por inúmeras colisões entre as placas litosféricas, o que leva à formação do supercontinente Rodinia. Neste éon as formas de vida unicelulares evoluíram para algas e animais multicelulares. O éon Fanerozóico (do grego *phanerós*, “visível” e *zoikós*, “animal”), que abrange os últimos 543 milhões de anos dos cerca de 4550 milhões de idade da Terra, divide-se em três eras (Grotzinger, 2003):

- Paleozóico – de 543 milhões a 251 milhões de anos atrás;
- Mesozóico – de 251 milhões a 65 milhões de anos atrás;
- Cenozóico – de 65 milhões de anos atrás até ao presente.

Esta reconstituição levou os cientistas a pensarem que a Terra não se formou por eventos catastróficos, mas fundamentalmente por fenómenos contínuos de longa duração que ocorreram repetidamente ao longo do tempo (Grotzinger, 2003).

## **1.2. Formação de Rochas Sedimentares**

A maioria das rochas sedimentares tem origem marinha, apenas 8 % resultam de ambientes continentais e ocupam cerca de 75 % da superfície exposta do planeta Terra (Carvalho, 2003). As rochas sedimentares formam-se a partir de outras rochas existentes no interior da Terra que ficam expostas à superfície. As principais etapas de formação destas rochas são a alteração, o transporte dos sedimentos resultantes da alteração, a deposição desses mesmos sedimentos e a sua evolução para a formação de novas rochas (Carvalho, 2003).

De forma mais detalhada, as rochas sedimentares têm origem numa alteração de rochas pré-existentes provocada por agentes da geodinâmica externa (água, vento, ar, amplitude térmica, entre outros) e por seres vivos que alteram as rochas física e/ou quimicamente, ao qual damos o nome de meteorização física e química, respetivamente. A meteorização física pode acontecer por expansão por descompressão (esfoliação), por termoclastia, por crioclastia, por haloclastia e por ações mecânicas de águas superficiais, dos glaciares, dos ventos e dos seres vivos. Por outro lado, a meteorização química diz respeito à transformação dos minerais noutros mais estáveis nas novas condições ambientais. Os principais processos de

meteorização química são a dissolução (na presença de água alguns minerais rompem as ligações que os unem), a carbonatação (a água associa-se ao CO<sub>2</sub>, forma ácido carbónico e provoca a dissolução do carbonato de cálcio), a hidratação/desidratação (introdução ou remoção de moléculas de água), a hidrólise (dissociação da água nos seus dois iões, controlada pela acidez ou alcalinidade da solução) e a oxidação-redução (diz respeito à perda ou ganho de eletrões, respetivamente) (Carvalho, 2003). Desta alteração das rochas formam-se sedimentos que podem ser classificados em detríticos ou clásticos (fragmentos de rocha fisicamente transportados), em químicos (resultam de produtos dissolvidos que precipitam) e em biogénicos (restos de seres vivos que são transportados e depositados) (Grotzinger, 2003). Posteriormente, os sedimentos podem ficar acumulados no seu local de origem ou podem ser removidos do local onde se encontravam, por ação da água, do vento, do gelo ou da gravidade. A essa remoção designamos de erosão (Carvalho, 2003).

Após serem removidos os sedimentos iniciam o seu transporte até ao local de sedimentação. A maioria dos sedimentos é transportada por correntes de água ou ar. O transporte das partículas clásticas vai reduzir o seu tamanho e angulosidade, segregando os sedimentos de acordo com a sua dimensão, dependendo da velocidade da corrente. A esse fenómeno chamamos de seleção granulométrica. O grau de arredondamento dos clastos fornece indicações sobre o tipo de transporte sofrido, a sua duração e a distância aproximada que foi percorrida pelas partículas (Carvalho, 2003). Quando as correntes de transporte dos sedimentos perdem a sua energia, os sedimentos vão-se depositando, processo que chamamos de sedimentação. Se não forem destruídos, os sedimentos vão sofrer um conjunto de transformações físicas e químicas, em consequência do seu soterramento, endurecendo e consolidando, o que vai originar uma rocha sedimentar. A este processo dá-se o nome de diagénese, a qual se divide em compactação e cimentação (Carvalho, 2003).

A compactação diz respeito à principal mudança física, ocorre quando os sedimentos são comprimidos pelo peso dos sedimentos sobrepostos, com eliminação da água contida nos poros. Seguidamente ocorre a cimentação. Esta corresponde à principal mudança química, onde os minerais precipitam nos poros dos sedimentos, formando o cimento que os liga uns aos outros, diminuindo, por isso, a porosidade entre eles. A cimentação leva à litificação, que é o endurecimento da rocha. Alguns

autores referem também o processo de recristalização, que consiste num rearranjo cristalinos dos componentes da rocha (Carvalho, 2003; Grotzinger, 2003).

### 1.3. Classificação das Rochas Sedimentares

As rochas sedimentares classificam-se, de acordo com a sua génese, em três grandes tipos: detríticas, de origem química e de origem biogénica. As rochas sedimentares detríticas formam-se a partir de clastos e agrupam-se, principalmente, em relação ao tamanho dos grãos – Quadro 1 (Grotzinger, 2003).

Quadro 1

*Principais Classes de rochas sedimentares*

Tamanho da Partícula		Sedimento	Rocha
<b>Grosso</b>	Maior que 256 mm	Matacão	Conglomerado
	Entre 256-64 mm	Calhau	
	Entre 64-2 mm	Seixo	
<b>Médio</b>	Entre 2-0,062 mm	Areia	Arenito
<b>Fino</b>	Entre 0,062-0,0039 mm	Silte	Siltito
	Menor 0,0039 mm	Argila	Argilito

As rochas sedimentares quimiogénicas informam-nos sobre as condições químicas do seu ambiente de sedimentação e são classificadas pela sua composição química – Quadro 2 (Grotzinger, 2003).

Quadro 2

*Classificação de rochas sedimentares quimiogénicas*

Rocha	Composição Química
<b>Calcário</b>	Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ )
<b>Evaporito</b>	Cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e Sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ )

As rochas sedimentares biogénicas são formadas por materiais de origem orgânica, que tiveram a sua génese a partir de restos de seres vivos ou por materiais resultantes da sua atividade – Quadro 3 (Grotzinger, 2003).

### Quadro 3

#### *Classificação de rochas sedimentares biogénicas*

Rocha	Material Orgânico
<b>Calcário biogénico</b>	Restos de conchas ou esqueletos de recifes, por exemplo.
<b>Diatomitos</b>	Restos microscópicos de carapaças de diatomáceas
<b>Carvões</b>	Matéria orgânica vegetal

A formação dos carvões (Figura 4) explica-se pela vegetação pantanosa que morre e que se deposita em solo encharcado. Como as bactérias que decompõem o material não obtêm oxigénio que necessitam a vegetação acumula-se e dá origem ao primeiro estágio do carvão: a turfa. À medida que o tempo passa, com o contínuo soterramento da turfa, vai aumentando o teor em carbono e esta transforma-se em linhite, carvão betuminoso e antracite (último estágio de formação do carvão, com cerca de 90% de teor em carbono) (Grotzinger, 2003).

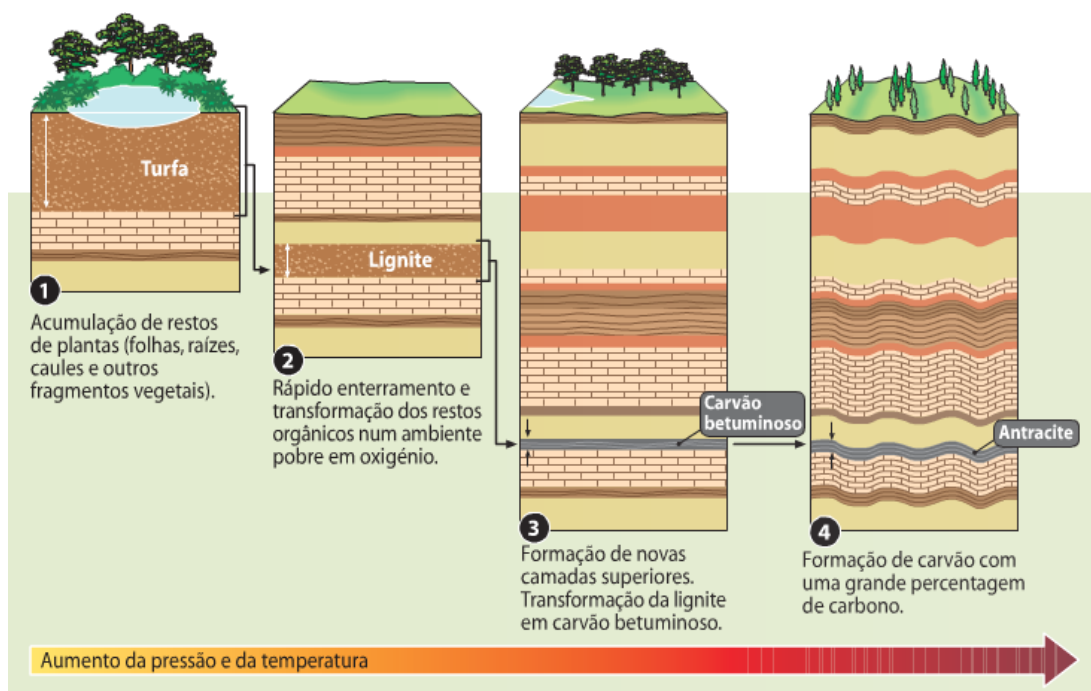


Figura 4. O processo de formação de camadas de carvão (Grotzinger, 2003)

O petróleo, apesar de não ser uma rocha, é também resultante de matéria orgânica – plantas, bactérias, algas e microrganismos marinhos que foram soterrados e transformados em condições ambientais específicas. Ao longo de milhões de anos, o material orgânico soterrado em profundidade e com temperaturas elevadas que,



contudo, não podem exceder os 120° C, vai sendo transformado por reações químicas em hidrocarbonetos. A compactação desse material leva os fluídos a deslocarem-se para as camadas de rochas permeáveis, designadas por reservatórios de petróleo ou rocha-armazém (Grotzinger, 2003). Quando as condições geológicas favorecem a acumulação de grandes quantidades de petróleo, existindo uma barreira impermeável à migração dos hidrocarbonetos para o topo, forma-se uma armadilha petrolífera. As armadilhas podem ser estruturais (formadas por anticlinais ou falhas), estratigráficas ou de domos salinos (Grotzinger, 2003).

## **2. Enquadramento Curricular**

A componente de Geologia do Programa de Biologia e Geologia para o 11.º ano de escolaridade resume-se a um único tema (tema IV) – Geologia, problemas e materiais do quotidiano. Este tema é dividido em três subtemas, dos quais a intervenção incidiu no segundo, intitulado “Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres” (M.E., 2003). Este subtema divide-se nos seguintes tópicos: 1) Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra; 2) Magmatismo. Rochas magmáticas; 3) Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras; e 4) Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas. Destas quatro unidades, a intervenção recaiu apenas na primeira.

Na unidade lecionada durante a intervenção foram abordados os assuntos referentes à formação das rochas sedimentares, à classificação das rochas sedimentares e aos fósseis, como arquivos históricos da vida na Terra. Esta unidade foi concebida de modo a relacionar as rochas sedimentares com a construção da História da Terra (Figura 5).

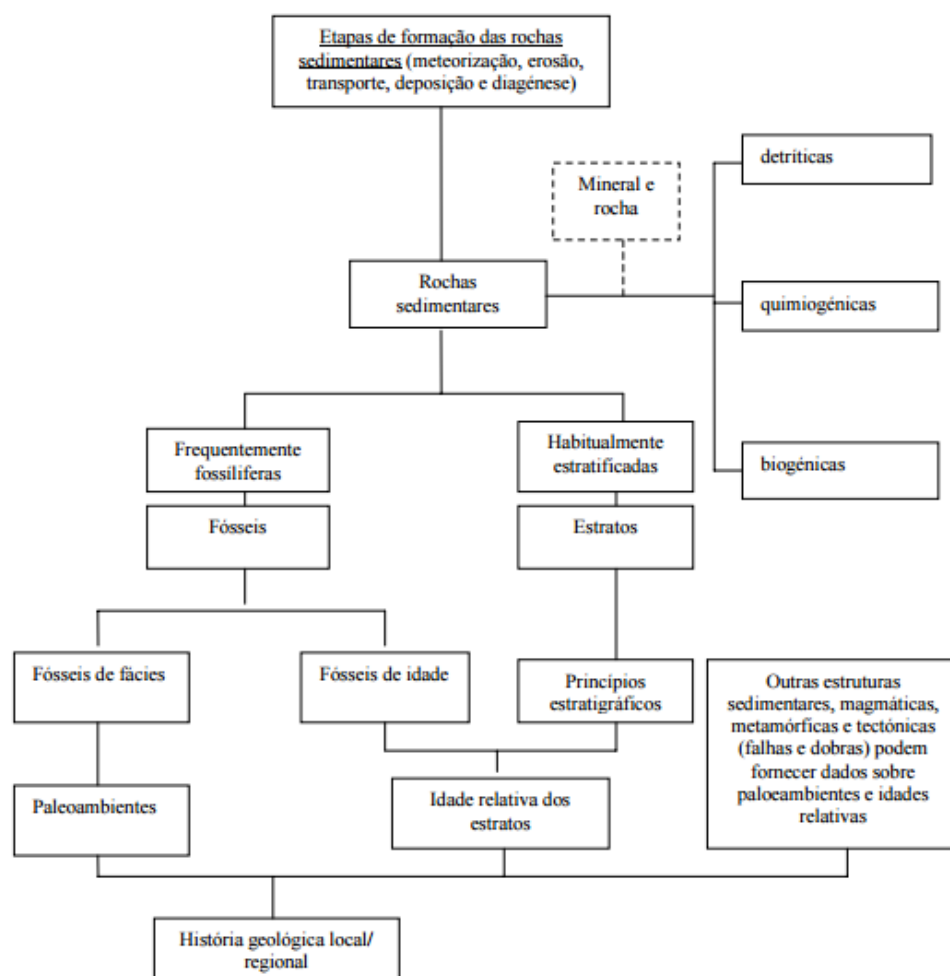


Figura 5. Carta de exploração da unidade lecionada durante a intervenção (M.E., 2003, p.29)

## 2.1. Conteúdos trabalhados

De acordo com o Programa de Biologia e Geologia para o 11.º ano de escolaridade (M.E., 2003), na leção da unidade relacionada com as rochas sedimentares devem ser abordados factos, modelos e teorias que os alunos devem não só conhecer, mas principalmente compreender e usar (Quadro 4). Essa abordagem deve estar associada a um conjunto de conteúdos procedimentais e atitudinais (Quadro 4) que devem ser desenvolvidos no decorrer das aulas.

#### Quadro 4

*Conteúdos programáticos da unidade relacionada com rochas sedimentares (adaptado de M.E., 2003)*

<b>Conteúdos procedimentais</b>	<b>Conteúdos atitudinais</b>	<b>Factos, conceitos, modelos e teorias</b>
Identificar elementos constitutivos da situação-problema	Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas	Meteorização, erosão, transporte, deposição e diagénese
Problematizar e formular hipóteses	Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista	Rochas detríticas não consolidadas, rochas detríticas consolidadas, quimiogénicas e biogénicas. Petróleo.
Testar e validar ideias	Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias	Fósseis. Processos de fossilização.
Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas	Ver na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas	Paleoambientes.
Observar e interpretar dados	Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo	Estratigrafia
Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação	Assumir atitudes de defesa do património geológico	Escala de tempo geológico
Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita		

Para a abordagem destes conteúdos, o Programa (M.E., 2003) apresenta algumas sugestões metodológicas, das quais destaco a “aplicação dos princípios estratigráficos na resolução, com lápis e papel, de alguns problemas de datação relativa; observação de amostras de rochas sedimentares (...); atividades de campo desenvolvidas com base num modelo que inclua três fases: uma fase prévia de preparação, a saída de campo e uma fase posterior de trabalho.” (M.E., 2003, p. 30).

Estas sugestões metodológicas foram seguidas durante a intervenção, tendo como objetivos desenvolver nos alunos as competências mencionadas no Quadro 4. De forma a tornar a unidade lecionada um seguimento da última unidade abordada na componente de Biologia – “Evolução Biológica” – procedeu-se a uma planificação das atividades diferente da ordem apresentada no Programa de Biologia e Geologia para o 11.º ano de escolaridade. Essa planificação encontra-se na proposta didática que se segue.

### **3. Proposta Didática**

As atividades que integram a proposta didática apresentada foram concebidas segundo uma perspectiva de ensino-aprendizagem construtivista, em que os alunos são os principais construtores da sua aprendizagem, funcionando o professor como um guia da mesma. Estas para além de promoverem todas as competências que tornarão os alunos futuros cidadãos mais informados e autónomos, foram elaboradas de forma a que se abordem os aspetos da natureza da Ciência.

Ao professor cabe a construção de todas as atividades tendo em conta não só a criatividade das mesmas para motivarem os alunos para a aprendizagem, mas também a identificação dos conceitos e dos processos que emergem durante as atividades desenvolvidas, os recursos necessários à sua implementação e a sua adequação aos alunos que a vão realizar (Oliveira, Ponte, Santos, & Brunheira, 1999).

#### **3.1 Planificação a médio prazo**

A unidade didática lecionada teve início com a abordagem dos fósseis como arquivos históricos da vida na Terra, passando depois à abordagem das rochas sedimentares, mais especificamente os seus processos de formação e classificação.

A intervenção decorreu de 2 de fevereiro a 11 de março de 2016, tendo abrangido no total cerca de catorze aulas (9 aulas de 90 minutos com toda a turma, 5 aulas de 135 minutos com a turma dividida em dois turnos e 1 saída de campo com a duração de um dia). O teste de avaliação sumativa foi realizado no dia 24 de fevereiro e a avaliação prática nos dias 26 de fevereiro e 1 de março. A entrega e apresentação do póster científico (produto resultante da saída de campo) decorreu no dia 18 de maio.

Foram planeadas 7 atividades práticas, mais precisamente, atividades de papel e lápis, atividades práticas laboratoriais, observação de amostras de mão e uma saída de campo.

Apresenta-se, no Quadro 5, uma planificação geral com as datas das aulas e os respetivos sumários.

Quadro 5

*Plano Geral de Intervenção*

Dia	Aulas (min.)	Sumários
2/2	135	Apresentação global da componente e da unidade “Rochas Sedimentares”. Introdução ao tema “A preservação do registo da evolução biológica”. O cérebro e a adolescência: continuação dos projetos.
3/2	90	Os fósseis como arquivos históricos da vida na Terra.
5/2	90	Descontinuidades estratigráficas: análise de um caso real. Reconstituição paleoambiental.
9/2	135	Interrupção letiva: Carnaval
10/2	90	
12/2	90	Ambientes sedimentares: transgressões e regressões marinhas. Escala de tempo geológico.
16/2	135	Atividade prática acerca da classificação de Rochas Sedimentares e reconstituição paleoambiental: “Descobre quem sou, dir-te-ei de onde venho”.
17/2	90	Formação de Rocha Sedimentares: meteorização e erosão.
19/2	90	Formação de Rochas Sedimentares: transporte, sedimentação e diagénese.
23/2	135	Revisões: resolução de exercícios. Esclarecimento de dúvidas.
24/2	90	Teste de avaliação sumativa.
26/2	90	O estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos: atividade prática – parte I.
1/3	135	O estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos: atividade prática – parte II.
2/3	90	Classificação das Rochas Sedimentares: carvão e petróleo.
8/3	135	Entrega e correção dos testes de avaliação sumativa. Cérebro e adolescência: continuação dos projetos.
9/3	90	Apresentação e contextualização da saída de campo.
11/3	-	Saída de Campo: “Contar o passado, viver o presente, pensar o futuro!”.
10/5	135	Conclusão da elaboração do póster Científico. Esclarecimento de dúvidas.
18/5	90	Apresentação dos posters científicos resultantes da saída de campo “Contar o passado, viver o presente, pensar o futuro!”.

### 3.2. Fundamentação Didática

Ao longo de todas as aulas lecionadas, tive sempre como objetivo promover nos alunos o desenvolvimento de determinadas competências a nível conceptual, procedimental e atitudinal (Quadro 4). Relativamente às competências a nível de conceptual, destaco as que considero de maior relevância:

- Reconhecer as condições de formação de fósseis;
- Reconhecer a importância dos fósseis na datação de rochas e na reconstituição de paleoambientes;
- Compreender os fundamentos da datação relativa das rochas;
- Compreender, integrar e explicar os diferentes processos intervenientes na formação de rochas sedimentares;
- Relacionar a alteração das rochas com os diferentes tipos de meteorização;
- Explicar a importância das rochas sedimentares na reconstituição da história da Terra e da vida na Terra; e
- Reconhecer as bases de classificação das rochas sedimentares.

Todas as atividades e a unidade em si foram planeadas de acordo com o modelo teórico dos 5 E's de Bybee (2002) – *Engage* (Motivar), *Explore* (Explorar), *Explain* (Explicar), *Elaborate* (Ampliar) e *Evaluate* (Avaliar).

De uma forma geral, a motivação (*Engage*) incidirá na primeira atividade (“*Homo naledi*: nova espécie de humano” – Apêndice 1.1) que pretende incentivar os alunos, criando a ponte entre os argumentos paleontológicos que apoiaram as teorias evolucionistas e a geologia inerente ao estudo dos fósseis no geral e ao estudo da estratigrafia, no particular. Para tal os alunos exploraram uma notícia da revista *National Geographic*, realizando, posteriormente, exercícios de aplicação dos princípios estratigráficos.

A exploração (*Explore*) permitiu que os alunos investigassem algumas notícias para remetê-los para as temáticas em estudo, servindo de mote para a realização de algumas atividades, nomeadamente a atividade 1 (“*Homo naledi*: nova espécie de

humano”) e a atividade 2 (“A degradação dos monumentos é sempre culpa do Homem?” – Apêndice 1.2). Na fase seguinte – a explicação (*Explain*), os alunos tiveram de interpretar vários dados e através dos mesmos retirar as suas conclusões, tendo sempre presente os conteúdos abordados anteriormente. Tal foi realizado nas atividades 3 e 4 (“Descobre quem sou, dir-te-ei de onde venho!” - Apêndice 1.3 e “A rota de um grão de areia” – Apêndice 1.4, respetivamente). Na atividade 3 os alunos tinham de observar rochas sedimentares em amostra de mão, caracterizá-las, classificá-las e deduzir o paleoambiente de formação das mesmas. Na atividade 4 os alunos tinham de relacionar as informações da notícia com as informações do corte geológico, identificar a camada em análise e descrever o processo de formação da mesma.

A fase de Ampliação (*Extend*) teve como objetivo que os alunos extrapolassem os conhecimentos que tinham obtido até então. Para tal foi realizada uma saída de campo à Praia da Bafureira e ao Complexo Dunar da Cresmina no final de lecionada toda a unidade para que os alunos vissem *in loco* o que foi falado nas aulas e para que pudessem pôr em prática os conhecimentos abordados.

A saída de campo permitiu a abordagem dos conteúdos lecionados até então e o contacto com o meio envolvente, bem como estimular a curiosidade dos alunos e o seu espírito crítico perante o que observam, integrando saberes (Galvão, Reis, Freire, & Oliveira, 2006) da Biologia e da Geologia. Esta foi realizada no final da prática de ensino supervisionada para que os alunos pudessem em contexto real integrar todos os conhecimentos adquiridos até então e para que percebessem a aplicabilidade do que aprenderam em sala de aula para o mundo onde vivem.

A planificação da saída de campo foi feita tendo em conta a estratégia em espiral, proposta por Orion (1993). Esta estratégia em espiral é constituída por três etapas – a pré-saída, a saída e a pós-saída. A primeira diz respeito à preparação da saída de campo; a segunda é a saída propriamente dita, que envolve a execução de determinadas tarefas específicas e o manuseamento de vários instrumentos para a recolha de dados (Almeida, 1998); e a terceira diz respeito ao tratamento e exploração de todos os dados recolhidos até então.

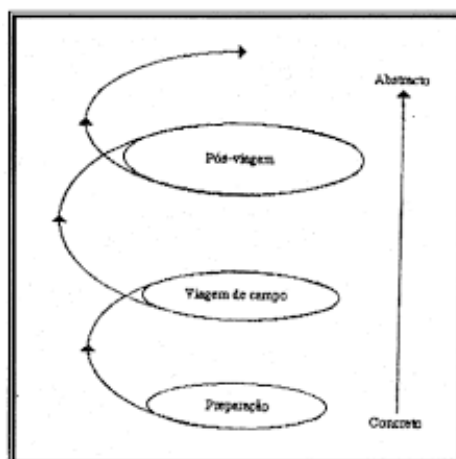


Figura 6. Estratégia em espiral, adaptado de Orion, 1993

A planificação da saída de campo exigiu por parte da professora investigadora, com o auxílio da professora cooperante, um trabalho prévio que consistiu na 1) escolha do local, 2) escolha do dia/hora, 3) escolha das paragens e 4) construção de um guião de campo (Apêndice 1.6). A escolha do local prendeu-se com o potencial geo e biológico da Praia da Bafureira e da Duna da Cresmina; por sua vez, a escolha do dia e da hora tiveram como critério principal o calendário de marés, uma vez que para a observação e circulação dos alunos na plataforma de abrasão marinha é necessário a condição de baixa-mar, de forma, também, a garantir a segurança dos alunos. A escolha das paragens deveu-se aos locais com maior interesse geo e biológico para os alunos em que pudessem pôr em prática os conceitos aprendidos em aula. A construção do guião de campo (Apêndice 1.6) teve como principal objetivo direcionar as observações dos alunos para os aspetos considerados mais relevantes em cada uma das paragens de estudo.

A avaliação (*Evaluate*) foi, essencialmente, formativa e ocorreu ao longo de toda a unidade. Em algumas atividades os alunos foram convidados a refletir sobre as suas aprendizagens quer pelo feedback dado ao longo das aulas quer pela produção das novelas gráficas pedagógicas. Para além disso, os alunos realizaram um teste de avaliação sumativa (Apêndice 4.1), um teste de avaliação prática (Apêndice 4.4) e um poster científico (Apêndice 6) resultante da saída de campo.

Em todas as atividades realizadas havia o enfoque nalguns dos aspetos da natureza da Ciência, para promover a discussão entre os alunos acerca dessas temáticas, de forma a responder às questões investigativas levantadas.



Todas as atividades realizadas foram de caráter colaborativo, pois não só os alunos estavam divididos em grupos de trabalho, como partilharam conhecimentos, argumentaram a favor das suas posições e apresentaram justificações baseadas em evidências científicas, o que permitiu que os alunos tivessem um papel mais ativo na construção do seu próprio conhecimento (Almeida & César, 2007). A escolha dos grupos foi realizada na primeira aula e ficou a cargo dos alunos, sendo que todos os grupos se mantiveram ao longo das atividades desenvolvidas.

Durante o desenvolvimento destas atividades, a professora foi guiando os alunos, esclarecendo as suas dúvidas e questionando-os frequentemente para promover a reflexão e a argumentação entre os alunos e para perceber se os alunos estavam a assimilar os conceitos abordados.

Ao longo da prática de ensino supervisionada foi promovido o uso da linguagem científica, quer durante as aulas, quer na elaboração de documentos escritos e apresentações orais, promovendo, assim, a literacia científica nos alunos.

Espera-se que as atividades tenham contribuído para o desenvolvimento de várias competências nos alunos, bem como para um aumento do interesse pela geologia e para uma maior compreensão da natureza da Ciência e a importância do seu estudo.

### **3.3. Avaliação**

De acordo com a Lei de Bases do Sistema Educativo (2004), “a avaliação consiste no processo regulador das aprendizagens, orientador do percurso escolar e certificador das diversas aquisições realizadas pelos alunos” e “tem por objecto a aferição de conhecimentos, competências e capacidades dos alunos e a verificação do grau de cumprimento dos objectivos fixados” (p. 1934). Neste mesmo documento são mencionadas duas modalidades de avaliação – a sumativa e a formativa. A primeira surge no final do processo de ensino-aprendizagem e é a que menos contribui para o processo, contudo é uma imposição da sociedade de classificação das aprendizagens dos alunos (Leite, 2000 e Wellington, 2000). A avaliação formativa é contínua, isto é, deve acompanhar o aluno ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a qualidade deste processo, pois tem a

capacidade de informar quer o aluno quer o professor sobre o que está a correr bem e menos bem (Leite, 2000). Esta modalidade tem uma função diagnóstica, considerada por alguns autores (Leite, 2000 e Wellington, 2000) como mais uma modalidade da avaliação. Assim, sendo com a avaliação diagnóstica é possível recolher informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos, bem como as concepções alternativas que possuem acerca dos assuntos (Wellington, 2000).

Para que a avaliação assuma o seu papel formativo é indispensável que exista *feedback*. É através dele que os alunos desenvolvem “competências de auto-avaliação e auto-regulação das suas aprendizagens durante, e não no final, de um dado período de ensino-aprendizagem” (Fernandes, 2004, p. 20). É, assim, esperado que este *feedback* desenvolva a autonomia dos alunos, tornando-os mais responsáveis pelas suas aprendizagens (Fernandes, 2004). Uma das práticas que pretende, também, tornar os alunos mais autónomos e responsáveis é a auto e heteroavaliação. A primeira tem como objetivo fazer com que o aluno reflita acerca do seu desempenho, o que contribui para o desenvolvimento das capacidades metacognitivas do aluno, uma vez que ele pensa não só no produto, mas também no processo de ensino-aprendizagem, isto é, reflete acerca dos processos que utilizou para resolver as tarefas que lhes era proposta (Fernandes & Fialho, 2012). A heteroavaliação, por sua vez, permite aos alunos formular juízos de valor acerca do trabalho dos outros, o que leva à regulação do trabalho de quem a efetua (Fernandes & Fialho, 2012).

Assim, no contexto de ensino-aprendizagem é importante desenvolver instrumentos que avaliem as várias competências envolvidas e que se adequem às experiências educativas realizadas (Galvão, 2001).

No decorrer da prática de ensino supervisionada foram realizados vários tipos de avaliação acima mencionados: formativa, sumativa, autoavaliação e heteroavaliação.

A avaliação formativa decorreu durante todo o processo. Foi dado *feedback* aos alunos sobre o trabalho que iam desenvolvendo, para além disso, realizaram auto e heteroavaliações no final da unidade abordada. Por outro lado, a avaliação sumativa centrou-se nos documentos produzidos pelos alunos, mais precisamente, na

ficha de avaliação prática (Apêndice 4.4), no póster científico (Apêndice 6.1) e no teste de avaliação sumativa (Apêndice 4.1).

### **3.4. Descrição Sumária das Aulas**

Nesta secção será feita uma descrição breve das aulas lecionadas e uma reflexão sobre as mesmas.

#### **3.4.1. Diário da aula 1**

Sumário: Apresentação global da componente e da unidade “Rochas Sedimentares”.

Introdução ao tema “A preservação do registo da evolução biológica”.

O cérebro e a adolescência: continuação dos projetos.

Descrição da aula:

A primeira aula realizou-se numa terça-feira, com a duração de 135 minutos, em que a turma se encontra dividida em turnos. Cheguei mais cedo para preparar a sala: ligar o computador, o projetor, preparar a ligação do PowerPoint e estabelecer a ligação à Internet para escrever o sumário.

Após fazer a chamada e escrever o sumário passei à apresentação da componente Geologia, que vai ser abordada até ao fim do 3.º período. Comecei por explicar aos alunos as alterações realizadas à ordem de abordagem dos conteúdos e da unidade que irei lecionar. Depois de perguntar se existiam dúvidas e a resposta por parte dos alunos ser negativa passei a apresentar a tarefa que os vai acompanhar ao longo de todas as aulas: a construção das novelas gráficas pedagógicas.

Assim que mencionei o nome os alunos franziram a cara. Dessa forma comecei por descansá-los, expliquei que não eram mais do que simples vídeos construídos com fotografias ou pequenos vídeos do que fizeram ao longo das atividades e que era uma atividade que iria decorrer ao longo das aulas, não prejudicando a aprendizagem dos alunos, muito pelo contrário. Depois de perceberem em que consistia a novela disse-lhes qual era o meu grande objetivo – pedi-lhes para considerarem o conhecimento científico como uma peça de teatro e

eles seriam os paparazzi que filmam o que se passa nos bastidores, ou seja, o objetivo é que eles pensem sobre a produção do conhecimento científico e tudo o que o mesmo envolve.

Depois de me certificar que os alunos não ficaram com dúvidas pedi que formassem grupos de trabalho. No primeiro turno não existiram quaisquer problemas e os alunos escolheram os grupos que já estavam formados para o projeto que estão a desenvolver do “Cérebro e a Adolescência”. Porém no segundo turno já existiram algumas dificuldades e os alunos demoraram algum tempo até formarem os grupos de trabalho.

Já com os grupos de trabalho formados mostrei-lhes a plataforma que vai servir de base a todo o trabalho o *OneNote*. Expliquei-lhes de forma geral como funcionava, ia mostrar-lhes um pequeno tutorial no *youtube*, mas o computador da escola ficou sem acesso ao *youtube* e, portanto, recomendei aos alunos que se tivessem dúvidas ao usarem a plataforma que vissem o vídeo em casa.

Depois de introduzidas todas as novidades desta unidade, apliquei o primeiro questionário acerca dos aspetos da natureza da ciência. Mais uma vez, o turno 1 não apresentou qualquer tipo de resistência, mostrando-se mesmo empenhados na realização dos questionários. Por outro lado, o segundo turno já apresentou alguma resistência, dizendo comentários como “Eu não sei a resposta” ou “Eu sei a resposta, mas não sei como explicar”, aos quais respondi que não existiam respostas certas, o que eu queria é que pensassem sobre o assunto e escrevessem a sua opinião.

Após o intervalo, o primeiro turno dedicou-se ao projeto “Cérebro e a Adolescência”. Como tinham visita de estudo de Física e Química e a professora da disciplina solicitou para saírem mais cedo da aula de Biologia e Geologia, o segundo turno só dedicou ao projeto cerca de 20 minutos.

#### Reflexão da aula:

Este não foi o meu primeiro contacto com a turma, mas mesmo assim estava nervosa. Primeiro porque seria a primeira vez que o controlo da turma passaria a ser meu e depois porque iria introduzir uma tarefa completamente diferente do que eles estavam habituados.

Os alunos reagiram bem a todas as alterações realizadas, só mostraram um ar expectante quando chegou à apresentação das novelas gráficas pedagógicas e do OneNote. Por um lado já, estava à espera dessa reação da parte deles, por ser algo diferente do que fazem habitualmente. Apesar disso, os alunos mostraram-se recetivos a esta nova estratégia.

Quando apliquei os questionários senti os alunos um pouco aborrecidos, primeiro por ser de resposta aberta e por terem de escrever, o que é algo que não os agrada, e depois senti-os receosos de dar algum tipo de resposta errada, mesmo tendo-os alertado que eram anónimos e que não existiam respostas certas nem erradas e o que queria era saber o que pensavam sobre os assuntos.

O segundo turno não se mostrou tão receptivo e empenhado ao realizar os questionários, o que considero estar relacionado com o facto de ser a segunda aula do dia e de terem antes 135 minutos de Física e Química.

### **3.4.2. Diário da aula 2**

Sumário: Os fósseis como arquivos históricos da vida na Terra.

Descrição da aula:

A aula começou 10 minutos após a hora estipulada, os autocarros tiveram problemas e eu atrasei-me, a professora cooperante apanhou o trânsito causado por esses autocarros e também se atrasou. Por esse motivo os alunos entraram na sala com grande ruído e eu super nervosa, por já ter perdido tempo de aula.

A aula teve início com a escrita do sumário e enquanto os alunos o escreviam eu ia preparando o PowerPoint e as fichas de trabalho para esta aula.

Retomei a apresentação da unidade iniciada na aula passada para explicar aos alunos o porquê de se iniciar a atividade com os fósseis seguidos das rochas sedimentares. Questionei-os acerca do porquê desta alteração da ordem dos conteúdos. Como não obtive resposta e estava nervosa pelo atraso e pelo tempo perdido avancei com a resposta explicando-lhes que o objetivo era percebermos de que forma podemos preservar o registo da evolução biológica.

Após esta explicação expliquei-lhes o que implica a reconstituição da história do planeta Terra e avancei para os fósseis, que são uma das formas de estabelecer esta reconstituição. Comecei por pedir aos alunos que explorassem a definição de fóssil para a perceberem no seu todo e referi-lhes os processos e fossilização, ilustrando-os com exemplos. Apresentei-lhes os vários tipos de fósseis (de idade, de fácies, de transição e vivo), sempre acompanhados com exemplos, pedindo-lhes que analisassem o slide 2 do PowerPoint 3.

Depois de os alunos terem percebido que existem fósseis importantes na datação de estratos e de ambientes, falei-lhes dos dois tipos de datação que existem – a absoluta e a relativa, introduzi-lhes a estratigrafia e os princípios estratigráficos.

Por fim, os alunos resolveram a ficha de trabalho 1 até ao final da aula.

#### Reflexão da aula:

O facto de ter chegado atrasada 10 minutos deixou-me extremamente nervosa. E por isso comecei a aula “a correr” para tentar recuperar o tempo perdido. Isso não foi positivo! Devia ter tentado acalmar-me e começar tudo como tinha planeado, mas os nervos fizeram com que tornasse o início da aula num monólogo, não havendo interações com a turma. Depois da exploração inicial do tema, já me tinha conseguido acalmar e já interagi mais com os alunos. Acho que um professor não deve deixar afetar-se por fatores externos (como atrasos) para que isso não prejudique o normal decorrer da aula.

Quando apresentei conceitos importantes para este tema tentei enunciá-los devagar, para dar tempo aos alunos de assimilarem o que estou a dizer e de pensarem sobre isso, mais do que apenas passarem o conceito para o caderno.

A realização da ficha de trabalho demorou mais que o tempo que o que tinha previsto, mas deixei que os alunos a resolvessem, pois enquanto ia circulando pelos grupos de trabalho vi que os mesmos iam discutindo as respostas, o que era um dos objetivos das fichas.

### 3.4.3. Diário da aula 3

Sumário: Descontinuidades estratigráficas: análise de um caso real.

Reconstituição paleoambiental.

Descrição da aula:

A aula teve início com a chamada e a escrita do sumário.

Depois dos alunos escreverem o sumário comecei por corrigir os principais erros cometidos na Ficha de Trabalho 1 e pedi a um aluno que fosse ao quadro fazer a sequência cronológica dos eventos geológicos do corte da ficha de trabalho. Este por não estabelecer a sequência correta levou a uma discussão na turma acerca da ocorrência dos fenómenos geológicos. Aproveitei a discussão para pedir aos alunos que justificassem as suas respostas enunciando os princípios estratigráficos em que se basearam.

Após chegarmos a uma resposta final, seguimos a apresentação PowerPoint 2 e fomos discutindo cada imagem referente aos princípios estratigráficos. A imagem que representa os casos especiais dos princípios estratigráficos (Figura 7) gerou uma enorme discussão na turma. Pedi que cada aluno explicasse cada um dos casos, de forma a perceberem sequência cronológica dos acontecimentos.

Depois de explicados todos os casos da figura, voltámos a discutir as imagens referentes aos princípios estratigráficos, culminando na explicação da formação da Serra de Sintra. Mais uma vez pedi que fossem os alunos a explicar a imagem e só depois sintetizei as informações dos alunos.

Já a minutos do final da aula falei das descontinuidades estratigráficas, o que terei de retomar na próxima aula, porque o ruído na sala já era considerável.

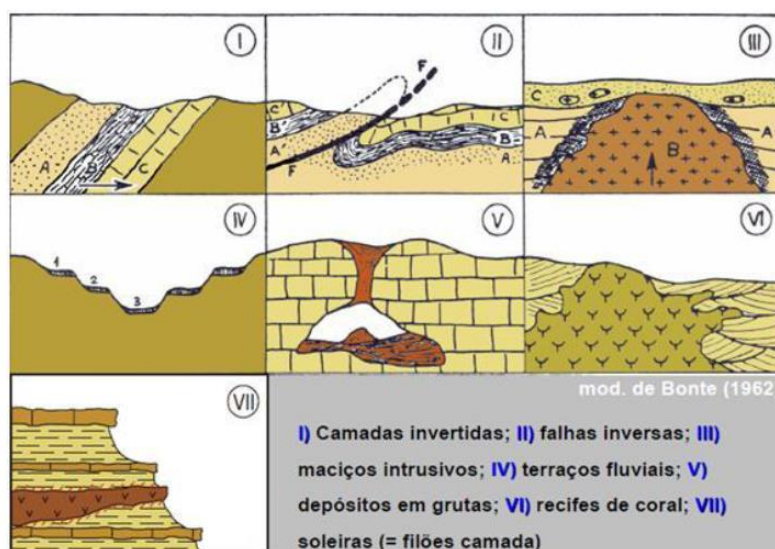


Figura 7. Casos “especiais” de aplicação do Princípio da Horizontalidade Inicial e da Sobreposição (retirada de <http://rocksgavel.blogspot.pt/2010/10/principios-fundamentais-da.html>)

### Reflexão da aula:

Comecei a aula por referir os principais erros que detetei na ficha de trabalho, fi-lo sem apontar os autores dos erros, falando dos mesmos para a turma toda. Primeiro para que os alunos que cometeram os erros não se sentissem inferiorizados, depois porque muitos desses erros podiam ser dúvidas de outros colegas.

A discussão do corte geológico da ficha de trabalho foi um bom iniciador da discussão que se iria gerar na turma até ao final da aula, algo que não estava à espera que acontecesse e que apesar de fazer com que a planificação não fosse cumprida considero que foi muito positivo para os alunos.

A discussão dos casos especiais dos princípios estratigráficos foi bastante discutida em grupo turma. Primeiro comecei por escolher os alunos menos participativos para darem a sua opinião relativamente à sequência cronológica dos acontecimentos. A turma aderiu bem à discussão, os alunos completavam as respostas uns dos outros e quando tinham ideias contrárias aos colegas não tinham receio de as dizer à turma. Um momento que me marcou foi quando uma aluna que nunca teve Geologia na sua vida escolar me chamou para fazer um apontamento relativamente a uma das imagens. Fiquei bastante surpreendida com a observação da aluna e com o facto de ter sido ela a fazê-la. Para incentivar a sua participação pedi que repetisse alto a sua observação para que todos os seus colegas ouvissem.



No final da aula, quando referia as descontinuidades estratigráficas, o ruído da sala tinha aumentado muito e percebi que os alunos não estavam a reter o que estava a dizer. Por um lado, a aula já estava a terminar e eles só pensavam no intervalo e no teste que teriam no final do dia, por outro, a discussão tinha sido intensa e os alunos já se encontravam cansados.

Apesar de terem teste nesse dia, e de estar à espera que fosse difícil controlar a turma, o mesmo não se passou e os alunos portaram-se de forma impecável.

Toda a discussão gerada não estava pensada na minha planificação, o que fez com que a mesma não fosse cumprida. Contudo, considero que a mesma foi bastante importante para a turma. O facto de me ter desviado da planificação fez com que a discussão de alguns aspectos da Natureza da Ciência não tenha sido feita em grupo turma.

#### **3.4.4. Diário da aula 4**

Sumário: Ambientes sedimentares: transgressões e regressões marinhas.

Escala de tempo geológico.

Descrição da aula:

Hoje quando a aula começou o sumário já estava escrito e projetado para os alunos passarem. Enquanto iam escrevendo o sumário, a professora cooperante foi distribuindo os testes. Gerou-se alguma agitação na turma que me fez intervir assim que a professora cooperante terminou as observações que fez do teste.

Comecei a aula por falar do grande avanço científico: a descoberta de ondas gravitacionais, que vem 100 anos depois comprovar a teoria da relatividade de Einstein. Peguei neste assunto para promover a discussão de alguns aspetos da natureza da Ciência, nomeadamente a criatividade dos cientistas, uma vez que Einstein quando criou a sua teoria nunca tinha observado ondas gravitacionais. Gerou-se alguma discussão entre alguns alunos que consideravam que era necessário que os cientistas fossem criativos, outros que não consideravam a criatividade, mas sim uma base de conhecimento para a construção das suas teorias, outro aluno

apresentou uma ideia bastante interessante. Ele diz que um físico teórico não tem de ser muito criativo porque aquilo em que acredita baseia-se em matemática e em demonstrações, mas por outro lado, um biólogo ou um geólogo por trabalhar com modelos mais complexos, com conjuntos, possui alguma criatividade na construção das suas teorias.

Após esta discussão retomei o último tópico da aula anterior (descontinuidades estratigráficas) fazendo perguntas aos alunos. Depois de explicadas todas as descontinuidades illustrei tudo o que diz respeito a princípios estratigráficos e descontinuidades com o corte geológico do Grand Canyon. Mais uma vez foram os alunos a interpretar os eventos geológicos que ocorreram.

Posteriormente comecei por motivá-los dizendo-lhes que nesta altura já estavam munidos de informações para reconstituírem paleoambientes. Desta forma dei-lhes a conhecer os tipos de ambientes sedimentares que existem, o que os distingue e os torna especiais para a formação de rochas sedimentares.

Passei então a mostrar-lhes a apresentação PowerPoint 3 com várias imagens que lhes permitem reconstituírem paleoambientes. Essas imagens foram exploradas pelos alunos e tentei que todos participassem e dessem o seu contributo para a compreensão dos conceitos.

Cheguei depois ao tópico que pensei causar mais dúvidas: as transgressões e regressões marinhas. Como não estavam a visualizar o processo com as imagens dos slides, decidi recorrer ao quadro e tentar desenhar aquilo que se ia passando. Os processos foram sendo explicados por alguns deles, começando pela transgressão. Quando pedi que outros alunos explicassem a regressão senti que muitos estavam perdidos. Dessa forma parei e perguntei se tinham dúvidas. Ninguém respondeu o que mais uma vez me fez crer que eles as tinham. Decidi parar e avisei-os da importância da sua intervenção quando não percebem os conteúdos. Mantiveram-se em silêncio, até que um aluno disse que não estava a perceber. Dessa forma, voltei a explicar de uma outra forma o que tinha explicado anteriormente, fazendo algumas perguntas ao aluno que afirmou não estar a perceber para garantir que ele estava a acompanhar o meu raciocínio.

Após esclarecer as dúvidas que foram surgindo depois, fi-los sintetizar, através de questionamento, todos os tópicos que abordaram até então e que os permitem reconstituir os paleoambientes.

Já no final da aula fiz menção à escala de tempo geológico, não dedicando muito tempo à mesma, uma vez que os alunos já tinham visto um filme e realizado uma ficha de trabalho. De qualquer forma, dei-lhes uma ficha que tinha preparado para realizarem em casa quando estiverem a estudar.

### Reflexão da aula:

Achei muito interessante as ideias que os alunos mostraram na discussão da criatividade dos cientistas na produção do conhecimento científico. A meu ver estas ideias revelam o que eles pensam sobre o assunto e o que conseguem argumentar para defender a sua opinião. Gostaria de dedicar mais tempo das aulas para discutir com os alunos alguns aspetos da natureza da Ciência, mas cada vez mais tenho-me apercebido que um professor está muito condicionado pelos exames nacionais. Por mais que o professor queira inovar e aprofundar determinados assuntos tem um programa demasiado extenso o qual tem de cumprir até ao final do ano, para que os alunos vão para o exame munidos de todo o conhecimento necessário.

A verdade é que as planificações das aulas quase nunca correm como o esperado, porque os alunos são todos diferentes, formulam raciocínios de forma diferente e a velocidades diferentes. E sinto que para mim ainda é um pouco difícil conseguir estabelecer o tempo médio que os alunos demoram a perceber determinado conteúdo. Ao atrasar as planificações condiciono o tempo que queria dedicar aos conteúdos extra currículo, para não prejudicar os alunos para o exame. Espero com a experiência agilizar esta minha capacidade de planificação do tempo.

Após abordar os conteúdos pendentes e ter comprovado o que achava – que os alunos não tinham captado nada dos últimos conteúdos que abordei, decidi motivá-los e mostrar-lhes a importância do que tínhamos abordado até então. Fiquei super feliz quando ouvi um aluno dizer “Finalmente isto agora faz sentido!”, ele ainda acrescentou que agora tinha percebido para que servia aquilo que ia

aprendendo em Geologia. Neste momento senti: Objetivo Cumprido! Espero mesmo que eles percebam a importância da Geologia e que comecem a abandonar a ideia errada que tem relativamente à mesma.

Quando cheguei à explicação das transgressões e regressões e os senti completamente perdidos fiquei um pouco assustada. Primeiro porque eles nem se manifestavam, estavam apenas apáticos e depois por saber que este é um conteúdo de grande importância. Decidi nesta altura falar-lhes da importância de dizerem quando não estão a perceber e o que não estão a perceber, pois se não se manifestarem o professor pode pensar que eles estão a perceber e avançar com a matéria. Eles continuaram calados quando perguntei se alguém não tinha percebido. Voltei a ficar assustada por perceber que eles ainda têm receio de assumirem que não sabem! Falei novamente que era importante eles dizerem para que eu tentasse explicar de outra forma o que não tinham percebido e aí existe alguém que diz “Eu não percebi isto!”. Mais uma vez senti: Objetivo cumprido! Essa atitude do aluno levou a que depois outros colegas dissessem o que não tinham percebido. Expliquei de formas diferentes até me dizerem que não tinham restado dúvidas. Aproveitei os slides seguintes para lhes fazer perguntas e perceber se tinha mesmo ficado compreendido.

### **3.4.5. Diário da aula 5**

Sumário: Atividade prática acerca da classificação de Rochas Sedimentares e reconstituição paleoambiental: “Descobre quem sou, dir-te-ei de onde venho”.

Descrição da aula:

Hoje cheguei à escola 40 minutos antes da aula começar, para conseguir preparar a tempo todo o material para a aula. Então assim que cheguei comecei a tratar de tudo, fui à outra sala buscar os sacos com as rochas que tinha preparado previamente e depois lembrei-me que não tinha perguntado à professora pelo ácido clorídrico. Andei à procura e lá encontrei! Preparei tudo na bancada para quando os alunos chegassem.

Escrevi o sumário, que já estava projetado quando os alunos entraram e fiz a chamada. Depois comecei a introduzir a atividade mostrando-lhes uma imagem do ciclo das rochas. Aí pedi que os alunos analisassem a imagem e explicassem o ciclo. Posteriormente peguei no ciclo das rochas para falar das etapas de formação das rochas sedimentares, dizendo-lhes que esse seria o tema das nossas próximas duas aulas.

Quando introduzi as rochas sedimentares perguntei aos alunos: “De todo o ciclo das rochas e tendo em conta que antes deram a evolução e os fósseis por que razão acham que começamos a falar das rochas sedimentares e não de outras?” Os alunos responderam apontado as rochas sedimentares como as únicas que permitem a formação de fósseis, que por sua vez são um dos argumentos que apoia a teoria evolucionista.

Antes de deixar os alunos a realizar a actividade, perguntei-lhes ainda que tipos de rochas sedimentares é que conheciam e o que as distinguia. Com essa informação disse-lhes que agora estavam capazes de reconstituir paleoambientes e expliquei-lhes que era esse o objetivo da atividade que iam fazer. Enquanto faziam a atividade fui circulando pelos grupos de trabalho e fui esclarecendo algumas dúvidas. Depois do intervalo, os alunos terminaram a atividade e dedicaram o restante tempo ao projeto em que estão envolvidos do “Cérebro e da adolescência”.

No segundo turno como tinha uma aluna que só iria aos primeiros 45 minutos da aula, comecei a aula como no primeiro turno e não pelo projeto do “Cérebro e da adolescência” (como tinha planeado anteriormente).

#### Reflexão da aula:

Nesta aula apercebi-me o quão complicado é para o professor dar a mesma aula duas vezes para dois turnos diferentes. A prova disso foi o facto de quando estava no segundo turno a discutir com os alunos o ciclo das rochas não ter discutido o ciclo até ao fim, sem me ter apercebido. Só me apercebi porque uma aluna me chamou a atenção e disse-me “Se ficar assim não é um ciclo, porque não chegou ao local onde começámos”. Isto aconteceu porque no turno anterior tínhamos começado num ponto diferente e terminado no ponto onde se encontrava o segundo turno. Pedi-

lhes desculpa e completei com eles o ciclo. A verdade é que é difícil o professor abstrair-se por completo do que falou anteriormente. Por um lado, o professor tem oportunidade de corrigir o que correu menos bem, mas por outro lado pode ser levado a pensar que já falou de determinado assunto, o que na verdade não se sucedeu. É muito importante o professor estar atento a tudo para que nada lhe escape.

Apesar de ser uma atividade que implicava que os alunos se deslocassem à bancada para testar o ácido nas rochas. A atividade correu bem sem qualquer problema ou indisciplina da parte dos alunos. Ao contrário do que se tinha sucedido na primeira atividade prática, nesta circulei sempre pelos grupos, não só para esclarecer dúvidas, como também para marcar algum ritmo de trabalho e para perceber as principais questões que os alunos tinham e a forma como as resolviam em grupo. Reconheço também que, ao invés do que aconteceu anteriormente, não dei respostas aos alunos, mas, cada vez mais, fiz questões que os levavam a responder às suas dúvidas.

#### **3.4.6. Diário da aula 6**

Sumário: Formação de Rocha Sedimentares: meteorização e erosão.

Descrição da aula:

Hoje quando os alunos entraram na sala o sumário já estava projetado. Dei-lhes tempo para o passarem e voltei a lembrá-los do teste que irá decorrer na quarta-feira.

Comecei a aula por perguntar aos alunos como se inicia a formação das rochas sedimentares, lembrado o ciclo das rochas que falaram na aula anterior. Depois de enumerarem todas as fases do processo, orientei os alunos para se focarem na meteorização. Mais uma vez, perguntei-lhes o que entendiam como meteorização. Aproveitando as respostas dos alunos dei-lhes a definição de meteorização. Questionei os alunos sobre os processos de meteorização física que já tinham ouvido falar e fui completando os seus raciocínios com o auxílio dos exemplos do PowerPoint. O mesmo fiz para a meteorização química, mas aqui os alunos já não

conseguiram exemplificar os processos. Dessa forma, o que fiz foi mostrar exemplos desses processos e pedir aos alunos que os analisassem.

Quando referi a Terra Rossa e mostrei a imagem do processo perguntei aos alunos se alguma vez tinham visto este fenómeno e aqueles que afirmaram positivamente tentaram explicar o que viram. Peguei nessa explicação para lhes dar a explicação científica deste resultado da meteorização química. De forma a sistematizar a meteorização e a mostrar aos alunos que os processos físicos e químicos ocorrem em simultâneo na maioria das vezes, mostrei-lhes uma imagem que mostra a formação do caos de blocos. Associado a esta os alunos interpretaram o gráfico referente aos minerais existentes antes e após a meteorização do granito. Após perguntar aos alunos se não tinham ficado dúvidas sobre estes conceitos, dei-lhes uma ficha de trabalho para realizarem. Todos os grupos se dedicaram à ficha de trabalho, tirando dúvidas sempre que sentiam necessidade e alguns grupos após a hora do término da aula continuaram na sala a acabar os exercícios, o que me deixou muito feliz!

#### Reflexão da aula:

Cada vez mais tenho notado que as fichas de trabalho, no final de cada aula, e as novelas gráficas pedagógicas já fazem parte da rotina dos alunos e já é normal para os alunos retratarem os momentos de discussão aquando da resolução da ficha.

Outro aspeto que queria salientar desta aula foi o facto de alguns dos alunos menos participativos começarem a tomar a iniciativa de participarem na aula. O facto de os alunos ficarem na sala depois da hora para terminarem os seus trabalhos, por vontade própria deixa-me muito feliz! Os alunos estão cada vez mais empenhados, o que me deixa com o sentimento de objetivo cumprido.

### **3.4.7. Diário da aula 7**

Sumário: Formação de Rochas Sedimentares: transporte, sedimentação e diagénese.

Descrição da aula:

Hoje assim que entraram na sala os alunos chamaram-me para colocar questões acerca do que sairia ou não no teste e que exercícios poderiam fazer para estudar. Tranquilei-os e esclareci as dúvidas que tinham. Aproveitei essas dúvidas e falei para toda a turma, para tentar esclarecer aqueles que tinham dúvidas e não as colocaram.

Comecei a aula por questionar os alunos sobre as etapas de formação de rochas sedimentares que tínhamos falado na última aula, de forma a rever os conceitos e a contextualizá-los para o que se ia abordar nesta aula. Posteriormente, fui questionando os alunos sobre as etapas seguintes e o que já sabiam sobre cada uma delas, tal como na aula anterior.

Quando abordei o transporte voltei a referir a reconstituição paleoambiental, uma vez que a calibragem e o arredondamento dos grãos eram uma das justificações que os alunos tinham de usar para o trabalho prático da aula 5. Assim, aproveitei o esquema para mostrar aos alunos que tudo está relacionado e tudo tem um sentido lógico. O esquema que mostrei foi explicado por um dos alunos.

Sobre a deposição e a diagénese foram novamente os alunos a explicar os processos. Aproveitei o que disseram, sendo eu a sintetizar a informação para enfatizar os aspetos mais importantes.

A aula terminou com uma ficha de trabalho para consolidação dos aspetos da aula de hoje e para relacionarem os conteúdos da aula com os conteúdos já abordados. Mais uma vez os alunos trabalharam bem em grupo, eu fui circulando pelos grupos para impor algum ritmo ao trabalho, para controlar o que iam fazendo e para tirar dúvidas que fossem surgindo. Tal como na última aula, depois da hora de sair os alunos continuaram na sala a trabalhar para acabarem a ficha de trabalho, por sua própria vontade.

#### Reflexão da aula:

Hoje a aula correu de forma tão fluída e tão participativa por parte dos alunos que nem dei pelo tempo passar. A aula, a par das anteriores, foi uma discussão sobre os conteúdos a abordar. Tentei envolver toda a turma e sinto que cada vez mais vou



conseguindo que os alunos menos participativos comecem a participar por si, sem serem chamados a tal.

Mais uma vez como aconteceu na aula anterior os alunos mostraram um empenho e uma entrega que me deixam muito feliz e com sentido de missão cumprida. Fazem as fichas de trabalho com bastante cuidado e registam as suas discussões com bastante atenção, o que mostra que este é um processo cada vez mais presente nas suas rotinas.

### **3.4.8. Diário da aula 8**

Sumário: Revisões: resolução de exercícios.

Esclarecimento de dúvidas.

Descrição da aula:

Hoje foi dia de aula de revisões.

A aula começou imediatamente pelas questões dos alunos acerca do teste e da matéria que saía no teste. Depois, de forma muito atabalhoada, os alunos começaram a colocar-me as suas dúvidas. A professora alertou que o melhor seria esclarecer para todos. Assim, chamei-os todos a atenção para ouvirem e expliquei-lhes que um a um íamos em conjunto tentar esclarecer as dúvidas de todos. Depois de esclarecer as dúvidas pontuais de cada aluno, fiz uma revisão sobre as transgressões e regressões e acerca da escala de tempo geológico, dos principais marcos da mesma.

Depois disso a professora fez uma revisão sobre o vulcanismo e os limites de placas associado.

Na segunda parte da aula os alunos dedicaram-se ao projeto “O cérebro e a adolescência”, sendo que alguns grupos já se encontram a desenvolver guiões e entrevistas para o projeto, ou seja, passaram a fase do planeamento. Nesta parte da aula, no segundo turno estiveram presentes as representantes da Liga Portuguesa contra a SIDA para orientarem os alunos nos seus projetos.

### Reflexão da aula:

Hoje fui para a aula um pouco receosa, afinal era a primeira aula de revisões e perguntava-me se conseguiria esclarecer todas as dúvidas dos alunos? Estudei a matéria de 10.º ano que será alvo de avaliação no teste para garantir que conseguiria chegar a todas as questões colocadas. Senti, mais uma vez, que ser professor não é fácil e é uma grande responsabilidade. Apesar de ter estudado toda a matéria de 10.º ano sinto que se não tivesse a ajuda da professora não conseguiria explicar-lhes a matéria com o rigor e a destreza da professora. Deixou-me a pensar se algum dia chegarei a este patamar. É incrível forma como a professora aborda os temas, relacionando todos os conceitos como se contasse uma história aos alunos e mais incrível ainda é ver as reações dos mesmos dizendo “Assim isto faz todo o sentido!”. Numa aula anterior já ouvi esta expressão e fiquei mesmo feliz e orgulhosa, afinal tinha conseguido! Espero mesmo um dia (e o mais breve possível) conseguir abordar os conteúdos desta forma exemplar! Sem dúvida um exemplo e uma inspiração!

Mas a aula foi um misto foi o sentir-me inspirada para trabalhar para poder um dia vir a ensinar assim, mas foi o sentir-me um pouco ineficiente e pouco útil e isso deixou-me um pouco triste. Mas a verdade é que ainda tenho muito para aprender e sem dúvida que estes alunos já me ensinaram muito!

Amanhã é dia de teste e só espero que tirem as melhores notas possíveis!

### **3.4.9. Diário da aula 9**

Sumário: Teste de avaliação sumativa.

### Descrição da aula:

Hoje foi dia de teste! Cheguei à escola antes da hora para preparar a sala. Quando os alunos entraram ainda estava a arrumar a sala e foi assim cada um deles que arrumou o seu lugar. Distribuí os testes, apesar de ainda não terem chegado todos os alunos.

Os alunos começaram a fazer o teste e foram-se apercebendo de algumas gralhas. Anunciei as mesmas e escrevi no quadro para que todos tomassem conhecimento desses erros. O teste decorreu sem quaisquer incidentes. No intervalo alguns alunos ficaram a acabar o teste, apesar de fazer pressão para que o entregassem porque já tinha passado da hora para o terminarem.

#### Reflexão da aula:

Hoje estava nervosa pelos alunos, queria mesmo que conseguissem obter bons resultados.

Fiquei um pouco desiludida com as gralhas existentes no teste. Fi-lo com muito cuidado para que nada falhasse e dediquei bastante tempo ao mesmo, foi corrigido pela professora cooperante e mesmo assim existiram erros. Sei que é normal alguns erros acontecerem, mas não posso deixar de me sentir um pouco desiludida. Até porque a certa altura senti que os alunos quase que andavam numa espécie de caça ao erro, o que não me deixou nada feliz!

Relativamente ao sucesso dos alunos no teste, espero mesmo que seja o maior possível!

### **3.4.10. Diário da aula 10**

Sumário: O estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos: atividade prática – parte I.

#### Descrição da aula:

Cheguei à sala e escrevi logo o sumário. Quando chegou a hora da aula só tinha 4 alunos, estavam muito atrasados e pediram-me se podiam esclarecer uns com os outros umas dúvidas de matemática, porque iriam ter teste a seguir. Dei permissão enquanto aguardava uns minutos que os restantes alunos chegassem. Depois de alguns minutos e de terem chegado mais alunos, ditei o sumário e avisei calmamente que a aula iria funcionar como uma parte da avaliação prática do período. Instalou-se algum caos na turma, porque ninguém tinha avisado e porque tinham teste a seguir.

Acalmei-os disse que o que iria avaliar era o raciocínio prático dos alunos e não os conteúdos científicos propriamente ditos, daí não os ter avisado, porque não era necessário um estudo prévio. E disse-lhes que na próxima aula completariam o resto da avaliação. Expliquei-lhes em que consistia a avaliação e fiz menção a alguns conceitos que achei que teriam de saber para fazer a atividade. Depois de muitas alertas que era uma avaliação, os alunos lá se acalmaram para realizar a ficha de trabalho.

À medida que foram acabando os alunos pediram para estudar um pouco matemática, como faltava algum tempo para terminar a ficha e ainda existiam muitos colegas a fazê-la, deixei-os desde que mantivessem o silêncio.

Quase no final da aula uma aluna alertou-me para o facto de outra aluna se encontrar a chorar. Falei com a professora cooperante para perguntar o que seria melhor fazer e a professora cooperante foi falar com a aluna que se retirou da sala para apanhar ar e não chegou a voltar, porque a aula terminou entretanto.

#### Reflexão da aula:

Hoje a aula fugiu ao que tinha sido planeado previamente pois, em conversa com a professora cooperante, chegámos à conclusão que não haveria tempo para avaliarmos os alunos individualmente com os instrumentos que tínhamos definido para a avaliação prática. Como o segundo período está quase a acabar, era urgente que existisse esse momento de avaliação prática. Dessa forma, adaptei uma atividade que iria realizar na próxima aula para que funcionasse como o instrumento de avaliação prática individual.

Estava um pouco receosa com esta aula, pela maneira como os alunos poderiam reagir ao facto de terem avaliação prática e não terem sido avisados previamente. Assim que cheguei à sala e soube que era dia de teste de matemática e senti a agitação dos alunos fiquei ainda mais receosa!

Apesar de tudo acho que os alunos, na sua generalidade, reagiram bem à ficha de avaliação prática! Fiquei um pouco assustada e sem saber como reagir com a aluna que começou a chorar e, por isso, decidi antes de fazer alguma coisa falar com a professora, que decidiu ser ela a falar com a aluna.

### **3.4.11. Diário da aula 11**

Sumário: O estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos: atividade prática – parte II.

#### Descrição da aula:

Hoje apesar de já ter preparado todo o material para a aula cheguei à escola mais cedo. Levei todo o material para dentro da sala, liguei o projetor e fui escrevendo o sumário.

Mais uma vez à hora da aula ainda não tinham chegado quase nenhuns alunos. Conversei com os alunos que estavam na sala para fazer tempo para que fossem chegando todos. Quando já tinha o turno composto iniciei a aula com a leitura do sumário. Depois de todos terem escrito o sumário expliquei-lhes que a aula iria ser a continuação da última e tal como esse seria para a avaliação prática, avisando-os que no final da aula tinham de entregar o relatório. Pânico instalado! Acalmei-os dizendo que queria apenas uma página A4 com toda a informação, não era algo muito desenvolvido nem muito extenso. Os alunos ficaram mais calmos e comecei por retomar a problemática levantada na aula passada para perceberem que existia uma continuidade na atividade.

Explorei a formação dos aquíferos e como podem ou não estes ficarem contaminados. Fui questionando os alunos para os conduzir à problemática que iriam estudar: “De que forma a granulometria do material geológico influencia a sua permeabilidade?”. Com a discussão clarifiquei os conceitos de permeabilidade e de porosidade e da relação entre os mesmos.

Depois de chegarem à problemática em estudo, questionei-os acerca das variáveis dependentes, independentes e constantes, o que ao contrário da última aula pareceu-me claro nas cabeças dos alunos. Após todos os conceitos esclarecidos perguntei-lhes como iriam então realizar a investigação. Os alunos foram em discussão chegando ao protocolo que iriam elaborar.

Para que não ficassem com dúvidas expliquei-lhes o formato do relatório – V de Gowin (Figura 8) que me tinham de entregar no final da aula e deixei o mesmo projetado no quadro para que pudessem observar no desenrolar do mesmo.

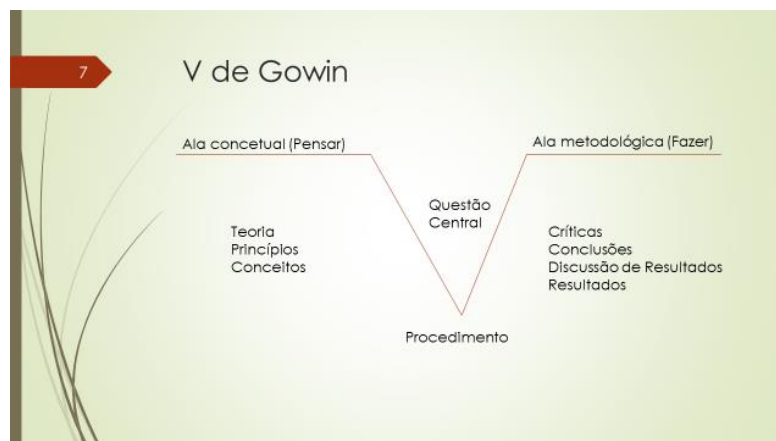


Figura 8. Esquema para elaboração de V de Gowin

Depois os alunos dividiram-se em grupos e distribui por cada um a caixa que continha o material necessário à realização da experiência. Durante o procedimento fui circulando pelos grupos. No final da atividade os alunos realizaram os relatórios, queixando-se de pouco tempo para o fazerem.

No segundo turno os alunos demoraram mais tempo para chegarem à problemática que iriam estudar.

#### Reflexão da aula:

Hoje estava um pouco nervosa com aula, não só por ser assistida, mas por ser uma aula em que queria que fossem os alunos a chegar à problemática e ao procedimento da atividade. No primeiro turno os alunos chegaram mais rapidamente a essas respostas, mas considero que a discussão é capaz de ter sido menos produtiva, porque apenas um aluno se voluntariava para responder, o que me fez espicaçar os restantes para que também participassem. No segundo turno, a aula correu de forma um pouco diferente. Primeiro, por ser uma aula assistida, senti-me um pouco nervosa e constrangida, depois, porque a conclusão da discussão não foi tão imediata como no primeiro turno. Neste turno houve a participação de mais alunos, inclusive daqueles que não costumam participar, mas foi uma discussão mais orientada e mais trabalhada. Por momentos senti mesmo que não iria conseguir dar a volta à discussão para que os alunos chegassem à problemática em estudo.

Senti que muitos dos alunos não encaram as atividades experimentais com a seriedade que deviam, não tendo muito cuidado nem rigor com o manuseamento do material. Alguns aproveitavam o desempenho dos restantes colegas do grupo, deixando-os fazer o trabalho e intervindo pouco ou nada. Num grupo do segundo turno chegou mesmo a haver um pequeno conflito de ideias entre duas alunas e em que uma se queixou da falha de comunicação existente no grupo estar a ser prejudicial para o trabalho. Tentei perceber ambas as ideias e clarificá-las, mas achei bastante interessante esta perspetiva dos problemas de comunicação.

Os alunos continuam a demonstrar um empenho excecional, aproveitando os intervalos para trabalhar e, na sua maioria, fazem os trabalhos com rigor e tentando fazer sempre o seu melhor! Em termos gerais considero que a aula superou as minhas expetativas e foi bastante desafiante para mim e para os alunos.

#### **3.4.12. Diário da aula 12**

Sumário: Classificação das Rochas Sedimentares: carvão e petróleo.

Descrição da aula:

Hoje, mais uma vez, não tinha todos os alunos na sala na hora de começar a aula. Fui escrevendo o sumário para dar tempo aos alunos de irem chegando e depois comecei por dar início à aula.

Comecei por retomar a classificação das rochas sedimentares, que tinha sido iniciada na aula prática de reconstituição dos paleoambientes, mas não tinha sido finalizada. Questionei os alunos sobre o que já sabiam das rochas sedimentares, aproveitando para rever as etapas de formação das mesmas e os principais critérios de distinção das detríticas, quimiogénicas e biogénicas. Depois de assentes todos estes conceitos e com alguma agitação à mistura, comecei por questioná-los sobre a diferença das rochas sedimentares detríticas e sobre os diferentes tipos de transporte dos sedimentos detríticos. Cada vez mais ia aumentando a agitação da turma, tive de os mandar calar e adverte-los um a um para que se calassem e pudessem prosseguir a aula.

Entrei nas rochas sedimentares quimiogénicas com a mesma estratégia do início da aula, questionei-os sobre o que já sabiam acerca destas e fui fazendo questões para que chegassem a todas as informações. Mais uma vez o burburinho foi aumentando e avisei-os sobre a importância da temática em estudo, portanto era para estarem com atenção e em silêncio. Mostrei alguns exemplos de rochas sedimentares quimiogénicas e parti para a formação de grutas. Nesta altura tive de interromper a aula inúmeras vezes. O barulho e a agitação não paravam de aumentar e os alunos iam aproveitando as perguntas que eu fazia para irem falando com os colegas em redor. Decidi fazer questões àqueles alunos que iam conversando para que parassem de o fazer e se apercebessem que eu estava atenta. Como a estratégia não estava a resultar avisei-os que caso o barulho continuasse mandava-os sentar ao fundo da sala. A aula lá acalmou e consegui avançar para os domos salinos. Aproveitei o facto de serem impermeáveis ao petróleo para fazer a ponte com os conteúdos que ia abordar de seguida.

Depois passei à explicação das rochas sedimentares biogénicas, como tive de mudar o PowerPoint o barulho voltou a aumentar e avisei-os que o próximo que falasse iria substituir-me e dar a aula para os colegas. Dessa vez senti que funcionou porque a verdade é que o barulho parou e a turma ficou em silêncio. Assim avancei e comecei a falar do carvão e da sua formação. Aproveitei a imagem (Figura 9) para que fosse um aluno a explicar este processo de formação.

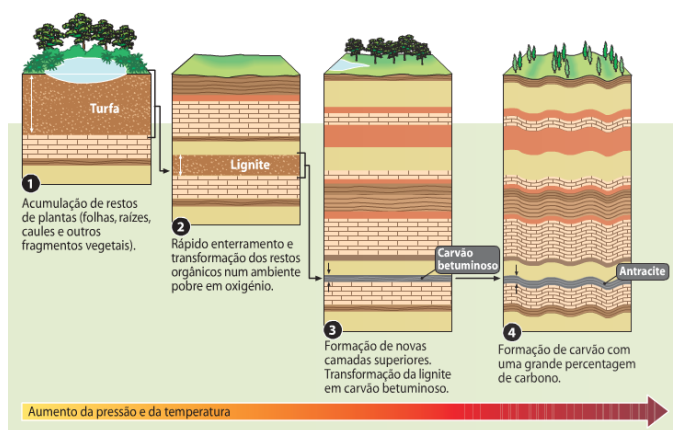


Figura 9. O processo de formação de camadas de carvão (Grotzinger, 2003)

O problema é que à medida que o aluno ia explicando, os colegas iam aproveitando para dispersar e conversar, voltei a mandá-los calar e mostrei-lhes que



estava mesmo a ficar chateada com a situação. Tentei recorrer à relação que consegui estabelecer com eles e disse-lhes que era a minha última aula e não queria que corresse mal, porque não queria ficar com má impressão deles. Mais uma vez, acho que no momento resultou e aproveitei para ir avançando com a matéria. Passei para a classificação dos carvões e a relação entre a profundidade e a lei de Hilt. O barulho voltou a surgir e a incomodar-me profundamente e decidi ir para junto das mesas em que os alunos mais conversavam e fiquei naquele local até acabar a aula, o que fez com que esses alunos se calassem. Como estava mesmo irritada com aquele comportamento decidi parar de fazer questões e dar os conceitos. Apercebi-me depois que apesar de estarem em silêncio os alunos não tinham ouvido nada do que eu estava a explicar e fui fazendo-lhes questões para que ficassem com os conceitos entendidos.

Para explicar as armadilhas petrolíferas recorri aos alunos que apanhava a conversar para os focar na aula e para sentirem que os estava a advertir. Terminei a aula a referir os diferentes tipos de armadilhas, quando falei de dobras anticlinais uma aluna perguntou-me o que eram, porque já se tinha deparado com o conceito inúmeras vezes e não sabia o que era. Expliquei de forma muito breve e geral as dobras anticlinais e sinclinais, dizendo-lhe que iriam aprofundar os mesmos conceitos mais à frente. De qualquer forma ela disse-me que assim já tinha percebido a diferença.

No final da aula distribui as autorizações para a visita de estudo e dei algumas informações relativamente à mesma. O barulho continuou a existir.

Finalmente a aula acabou!

#### Reflexão da aula:

Hoje saí da aula completamente de rastos e com a cabeça a latejar! Até agora os alunos nunca tinham sido tão barulhentos e tão agitados! Houve alturas em que me senti mesmo irritada. Tentei de tudo: primeiro mandá-los calar um a um, segundo ameaça-los em mudá-los de lugar, terceiro ameaça-los em serem eles a dar a aula, quarta apelar à relação que construí com eles, quinto fui dar a aula para junto do núcleo de alunos mais conversadores, por último tive mesmo de recorrer aos berros!

Senti que as estratégias iam resultando à medida que as ia utilizando, mas no fim acabavam sempre por voltar ao barulho e à agitação. Apesar de tudo acho que perceberam os conceitos e que retiveram a informação mais importante, até por algumas dúvidas que iam colocando e por algumas questões que eu ia fazendo. Não sei bem o motivo de tanta agitação, provavelmente o cansaço por já irem na segunda semana de testes. Contudo tal comportamento levou-me a, num determinado momento, não promover a discussão dos conceitos com a turma e a ser eu a expor esses mesmos conceitos sem uma discussão prévia. Apercebi-me que muitos dos alunos não tinham ouvido nada do que disse, levando-me, depois, a discutir esses mesmos conceitos.

Notei o egoísmo de uma aluna que quando advertida por estar a falar acusou, por duas vezes, o colega do lado. A verdade é que o colega do lado não estava a falar sozinho! A aluna foi egoísta e não teve capacidade de assumir o seu comportamento e arcar com as respetivas consequências.

Apesar de tanto barulho consegui dar toda a matéria que tinha previsto, mas não consegui que realizassem a ficha de trabalho que tinha planeado.

### **3.4.13. Diário da aula 13**

Sumário: Entrega e correção dos testes de avaliação sumativa.

Cérebro e adolescência: continuação dos projetos

Descrição da aula:

Esta aula dividiu-se em dois grandes momentos: os primeiros 45 minutos que foram dedicados à entrega do teste e à correção das questões de desenvolvimento e da sequência, uma vez que a maioria dos alunos errou; e os 90 minutos seguintes foram dedicados ao projeto do cérebro e da adolescência.

Comecei a aula por explicar aos alunos a divisão que iria ocorrer na aula e dei o sumário. Entreguei os testes e aproveitei por dar pequenos conselhos aos alunos sobre o seu desempenho no teste e sobre o que tinham de melhorar.

O teste foi corrigido oralmente, de forma a esclarecer as dúvidas dos alunos. Para além disso, dei algumas dicas sobre a forma como devem apresentar as respostas na folha de testes, para não serem prejudicados em exame.

Depois disso, fomos para a biblioteca da escola trabalhar nos projetos do Cérebro e da Adolescência.

No segundo turno a aula desenrolou-se da mesma forma.

#### Reflexão da aula:

Durante a correção os alunos apresentaram algumas dúvidas que foram esclarecidas. Contudo, ficaram surpreendidos com alguns dos “erros” de apresentação das respostas cometidos no teste e mostraram-se bastante recetivos a receber os conselhos que lhes dei.

#### **3.4.14. Diário da Saída de Campo (aulas 14, 15 e 16)**

Sumários: Apresentação e contextualização da saída de campo.

Saída de Campo: “Contar o passado, viver o presente, pensar o futuro!”.

Conclusão da elaboração do póster Científico. Esclarecimento de dúvidas.

A saída de campo tinha sido planificada desde o primeiro semestre na disciplina de Metodologia I. Decidi integrá-la na minha intervenção porque quando era aluna e cheguei à faculdade senti que esta foi uma componente da investigação científica que durante a minha escolaridade não tinha sido muito abordada. Sendo também a minha investigação para o relatório de prática supervisionada sobre aspetos da natureza da ciência, é importante para mim que os alunos percebam que a Ciência não se faz apenas em laboratório, também existe a dita “Ciência de campo”.

Para perceber a motivação dos alunos para a realização da saída implementei um questionário no primeiro período com as seguintes questões: “Gostaria de

realizar, neste período, uma saída de campo?” e “Quantas saídas de campo de Biologia e Geologia já realizou?”. À primeira questão 100% dos alunos responderam que sim e à segunda questão mais de 50% dos alunos responderam que nunca realizaram uma saída deste gênero. Estas duas respostas deram-me ainda mais motivação para avançar com a minha ideia e implementar a saída de campo.

### Planificação:

Depois de tomada a decisão seguiu-se a pesquisa acerca desta estratégia de ensino-aprendizagem. Fundamentei as minhas ideias relativamente às vantagens desta estratégia de ensino aprendizagem, que de acordo com Marques e Praia (2009) permitem “a motivação e gosto pela natureza; desenvolvimento de novas experiências; observação pensada; trabalho cooperativo; tomada de decisões; valorização dos processos; visão holística; responsabilização pessoal” (p. 14), e acerca das dificuldades de implementação da mesma. De toda a pesquisa o que mais me chamou a atenção foi a referência de Orion (1993) à aprendizagem em espiral e, conseqüente, à existência de três etapas: a pré-saída, a saída e a pós-saída. Isto porque é, sem dúvida, importante que a saída tenha uma finalidade e que os alunos percebam quer aquilo que vão fazer quer a sua finalidade, para que não seja um simples passeio a um determinado local. Tendo em mente esta ideia e os 5 E's de Bybee (2002) avancei com a planificação da saída de campo.

O local escolhido – a Praia da Bafureira e o Complexo Dunar da Cresmina – teve como base os critérios da acessibilidade, do conhecimento prévio dos locais, mas principalmente pela riqueza biológica e geológica dos mesmos. Dessa forma, no primeiro local estudar-se-ia a zonação intertidal e a geologia da região (reconstituição paleoambiental) e no segundo local a zonação dunar. As abordagens feitas em cada local tinham sempre o intuito de mostrar aos alunos que a Biologia e Geologia completam-se.

A data escolhida teve em conta o calendário escolar dos alunos e o calendário de marés para que fosse possível efetuar os estudos na Praia da Bafureira sem incidentes.

Inicialmente tinha definido que os alunos iriam trabalhar em grupos (escolhidos por estes) e numa fase de pré-saída iriam explorar notícias referentes às três componentes em estudo – zonação intertidal, geologia da praia e zonação dunar – e iriam definir a sua metodologia de trabalho no campo, sabendo à partida que iriam ter de dar resposta a uma questão inicial e numa fase de pós-saída iriam realizar um póster científico na plataforma Glógster, com posterior apresentação.

#### Pré-saída:

Aquando da intervenção a planificação inicial sofreu algumas alterações. Em discussão com a professora cooperante, chegámos à conclusão que a questão inicial era muito vaga e não iria enriquecer o estudo feito pelos alunos. Como haveria apresentação do póster (trabalho final) considerámos mais enriquecedor e orientador para os alunos darmos à partida uma questão de investigação para cada uma das componentes em estudo para que em campo os alunos recolhessem os dados já com alguns objetivos em mente. Isto ocorreu também porque o tempo de aulas não permitiu que a fase de pré-saída ocorresse como o planeado. Os alunos estavam, na mesma altura, a participar num projeto da escola e sendo as datas coincidentes algum do tempo das aulas teria de ser dedicado a esse mesmo projeto. E como a saída foi realizada no final do período os alunos já estavam em “espírito férias” à disciplina pois já tinham realizado todos os elementos de avaliação. Assim, para agilizar todo o processo a fase de pré-saída não constou da exploração de notícias nem da planificação da saída por parte dos alunos, mas sim foi feita de forma mais expositiva em que foram apresentados aos alunos os dois locais em estudo, numa perspetiva geográfica, mas também numa perspetiva bio e geológica, para que percebessem o que iriam estudar, uma vez que não havia tempo para que realizassem uma pesquisa prévia.

Na minha ótica teria sido mais enriquecedor envolver os alunos na pesquisa dos locais em estudo e na planificação da saída propriamente dita, mas a verdade é que o programa não fornece muito espaço para este tipo de trabalhos, estando os alunos em ano de exame e a participar num projeto de escola. Para esta fase ser concretizada da forma pensada inicialmente teria de se começar muito antes do dia da visita a tratar desta planificação para que fosse dado feedback aos alunos sobre o

que iriam pesquisando e sobre a planificação que iam construindo. Perante a realidade em que estava inserida, eu e a professora cooperante optámos por algo um pouco mais expositivo.

A aula onde se fez a exposição sobre a saída de campo, nomeadamente, dos locais escolhidos e da planificação do dia, mas também dos objetivos da mesma não correu como eu estava à espera. Como tinham teste nesse dia e o que eu lhes estava a apresentar não era propriamente matéria, os alunos não estavam a tomar atenção ao que estava a dizer, ignorando a maioria da informação, apesar de serem chamados à atenção algumas vezes.

### Saída de Campo:

A saída de campo em si, mais propriamente o guião de campo também sofreu alterações. Inicialmente estava construído de forma mais aberta, uma vez que seriam os alunos a construir a sua planificação, mas tendo em conta os imprevistos referidos anteriormente e o facto de a saída ser realizada para duas turmas, perfazendo um total de 57 alunos, achámos (eu e a professora cooperante), mais uma vez, que seria melhor, para os alunos e para nós, construir um guião mais orientado para que ambas as turmas estudassem o mesmo e não estivessem todos os grupos a estudar coisas diferentes, o que era impensável em termos de gestão das turmas. Assim com um guião mais orientado estariam todos no mesmo local a tentar responder às mesmas questões.

Após “limadas todas estas arestas” chegou a semana da saída de campo. Os meus nervos estavam em alta, perguntava-me se seria eu capaz de explorar com os alunos os locais da forma mais correta? Seria eu capaz de controlar todos os alunos num ambiente diferente daquele que é a sala de aula? Seria eu capaz de os motivar a observarem o que os rodeia e a questionarem-se sobre o seu significado? Seria eu capaz de fazer com que desenvolvam competências investigativas?

Muitas dúvidas e muitos nervos mas comecei por me preparar da melhor forma que consegui: uma reunião com a professora Carla Kullberg, que conhece o local em termos geológicos de forma bastante completa, uma saída de campo com a mesma professora ao local para ficar a conhecer os pontos de maior interesse para os alunos bem como as formas mais adequadas para os explorar, uma saída de campo ao Núcleo Interpretativo da Duna Cresmina com um guia do local com a mesma

finalidade da saída de campo anterior e convidar a professora Cláudia Faria (especialista na região intertidal) e o guia do Núcleo Interpretativo da Duna da Cresmina para me ajudarem na saída de campo.

Tudo preparado, contatada a empresa de transporte que nos ia levar e convidadas as professoras que nos iam acompanhar chegou o Dia!

Cheguei à escola bem antes do tempo para ir levantar os guias de campo à reprografia e para ir ao laboratório buscar ácido para levar para o campo. Fui para o local combinado e já lá estavam alguns alunos, chegaram todos a horas e bastante animados!

O início da saída foi um pouco confuso, não sabia bem o que devia fazer antes de iniciar a visita, por um lado não me queria repetir da aula de pré-saída e não queria dar respostas às questões do guião, comecei por dar-lhes alguns avisos sobre o que se ia passar e confirmar se estavam os grupos de trabalho formados. Entretanto chegou a professora Cláudia Faria que me ajudou a iniciar a aula de campo, fazendo ela uma breve introdução à zona do intertidal.

Descemos para a praia e os alunos começaram a sua recolha de dados! Principais dificuldades: manter todos os alunos em locais próximos, quando dei por mim já tinha dois grupos de alunos a caminhar para o lado oposto ao local onde estávamos; acompanhar o trabalho de todos os grupos, tentei ir circulando por todos os grupos, mas foi bastante complicado, os alunos estavam a circular pelo local para recolherem todos os dados possíveis e não consegui ir a todos os grupos, mas entre todas as professoras presentes demos resposta a todas as questões colocadas pelos alunos. Também foi um pouco complicado controlar a euforia de tudo o que estavam a reter e tenho algum receio que se tenham desprendido um pouco do guia de campo e se tenham ficado mais por fotografar os organismos que iam encontrando e apesar de chamar a atenção inúmeras vezes para isso, não sei se foi totalmente eficaz.

De seguida passámos para o estudo da geologia da praia da Bafureira, já íamos a meio da manhã e os alunos já estavam um pouco mais dispersos, inicialmente foi um pouco complicado prender a atenção dos alunos das duas turmas e optei por dividi-los em dois grupos e fazer duas explorações do local, sendo que antes contextualizei-os a todos perante o que tínhamos para analisar e pedi-lhes que

identificassem a falha presente no local e a representassem esquematicamente enquanto explorava alguns detalhes do local com um dos grupos e depois trocava.

Na minha opinião a estratégia acabou por resultar para os alunos, mas duas “visitas” implicou que demorássemos mais tempo num determinado local e tivéssemos de acelerar a exploração geológica do local, o que fez com que mais uma vez o guia de campo não tivesse sido seguido como deveria ser. Contudo, muitos dos alunos ficaram bastante interessados na exploração geológica do local, quiseram recolher algumas amostras das rochas que fomos falando e mostraram-se impressionados sobre o que poderíamos descobrir ao analisar a geologia da praia! Motivá-los e mostrá-los o quanto a geologia é interessante: Check!

Seguiu-se o almoço bastante animado e partimos para o Núcleo Interpretativo da Duna da Cresmina. Mais uma vez devido ao elevado número de alunos dividi-los em dois grupos, um deles fez a visita com o guia do núcleo e o outro fez a visita comigo. O tempo estava um pouco mau, bastante vento e algum frio o que dificultou um pouco a visita. Mesmo divididos em dois grupos, eram muitos alunos num só grupo, foi muito difícil para mim falar naquelas condições meteorológicas e no curto espaço que é o passadiço para cerca de 30 pessoas, tenho a perfeita noção que os alunos que se encontravam no final não ouviram muito do que disse, mas condicionada pelo tempo não o consegui fazer de outra forma. Para além disso, depois de uma manhã inteira de trabalho os alunos já se mostravam cansados e menos atentos, sendo que o local de estudo não era para eles tão excitante que o anterior. Porém no final da visita, alguns alunos comentaram comigo o quão interessante tinha sido o estudo da Duna, o que me deixou bastante contente! O Gonçalo (guia do Núcleo que fez a visita) queixou-se de ser um grupo muito grande para a visita que era, o que levou a que muitos não tivessem tomado atenção.

No final com alguns escaldões no rosto e com caras cansadas os alunos regressaram à escola bastante animados. Os feedbacks que fui recebendo, depois, foram bastante positivos. Para esmiuçar melhor esse feedback irei no final de todo o processo, isto é, após a construção do póster científico aplicar um questionário.



### Pós-saída:

A etapa de pós-saída também sofreu algumas alterações, mais uma vez como o tempo está contabilizado eu e a professora cooperante optámos por fazer o póster em PowerPoint que os alunos já conhecem e sabem trabalhar em vez do Glógster. Este último não é do conhecimento dos alunos e iria levantar mais dificuldades durante o processo, para além de que iria gastar mais tempo na exploração do mesmo para que os alunos o conhecessem.

Para a elaboração do póster existiu uma aula de 45 minutos onde dei aos alunos as regras para a elaboração do póster científico, sorteei, de forma aleatória, os temas em estudo e alertei-os para a importância do objetivo de cada tema em estudo e dos resultados serem aqueles que recolheram do campo, exclusivamente. Foi-lhes dada a data para entrega do póster científico (11 de maio) e foi-lhes dito que poderiam ir elaborando o mesmo e que tanto eu como a professora cooperante estaríamos disponíveis para esclarecer as dúvidas que fossem surgindo.

Como fomos notando que os posters, na sua maioria, não estavam a ser realizados decidimos dar uma aula para a concluírem a elaboração do póster e para tirarmos algumas dúvidas (10 de maio). Nesta aula apercebemo-nos que a maioria dos alunos não tinha quase nada feito do póster.

Decidimos, eu e a professora cooperante imprimir os posters para expô-los no átrio do bloco e simultaneamente apresenta-los. Assim, depois de recebidos os posters demos *feedback* para que os alunos os melhorassem antes de imprimir.

### Reflexão da Saída de Campo:

Todo este processo fez-me perceber por que razão os professores raramente realizam saídas de campo, requer uma grande preparação por parte do professor, pois não é como em algumas visitas de estudo em que há um guia que realiza a visita, e requer uma grande capacidade de gestão dos alunos num espaço completamente amplo e que para os alunos é sinónimo de diversão e lazer ao invés de investigação. Para um professor é mais cómodo marcar uma visita de estudo em que mais nada tem de fazer. Para além disso, acho que é muito importante a questão da aprendizagem em espiral, para que a saída de campo tenha uma finalidade que os alunos percebam

e não seja apenas um passeio como muitas vezes acaba por ser se não for bem planificada.

Quando voltar a realizar uma saída de campo (porque quero bastante voltar a fazer) tentarei que seja com menos alunos para ser mais focada e para conseguir “controlá-los” a todos.

No meu ponto de vista ensinar Ciências é tentar fazê-lo de todas as formas possíveis e a investigação no campo é uma das componentes científicas que os alunos devem aprender, não só para terem conhecimento deste tipo de investigação, mas também para conhecerem o mundo que os rodeia e para ganharem sensibilidade para a preservação do património bio e geológico.

Apesar de cansativo considero que foi bastante gratificante e bastante importante quer para a aprendizagem dos alunos quer para a minha aprendizagem.

### **3.1.15. Diário da aula 17**

Sumário: Apresentação dos posters científicos resultantes da saída de campo “Contar o passado, viver o presente, pensar o futuro!”.

#### Descrição da aula:

Esta aula contou com a presença da professora Carla Kullberg, o que deixou os alunos um pouco ansiosos.

Cheguei à sala antes da hora de início da aula, para conseguir afixar todos os posters. Afixei-os no átrio com a ajuda dos alunos e depois de todos dispostos no átrio demos início às apresentações. Os grupos apresentaram o seu póster junto ao mesmo e no final tanto eu, como a professora cooperante, como a professora Carla Kullberg fizemos comentários e questões. Os alunos mostraram-se bastante atentos a tudo aquilo que dizíamos.

#### Reflexão da aula:

Fiquei bastante surpreendida pela positiva quer com o resultado final dos posters científicos quer com a apresentação dos mesmos. Acho que apesar de

deixarem o trabalho para o fim, os alunos empenharam-se em fazer um bom trabalho. Alguns dos alunos que em sala de aula e em registo escrito apresentam algumas dificuldades, fizeram apresentações muito boas, encarando o público, não recorrendo a qualquer tipo de nota e mostrando-se confiantes com o que estavam a apresentar. Isto só me deixou a acreditar ainda mais que um professor deve proporcionar aos alunos diversos tipos de avaliação para não só desenvolver diferentes competências, mas para dar oportunidade aos alunos de brilharem e sentirem-se mais confiantes e motivados para a disciplina.



## **Capítulo IV – Métodos e Procedimento**

### **1. Paradigma, abordagem e modalidade**

A metodologia de investigação traçada teve como propósito responder ao problema seguinte: “De que forma as novelas gráficas pedagógicas podem contribuir para a compreensão de aspetos da natureza da ciência, no contexto da realização de atividades práticas, na abordagem do tema «A preservação do registo da evolução biológica», na disciplina de Biologia e Geologia, com alunos do 11.º ano de escolaridade?”. De forma a dar resposta a este problema, procurou-se responder às seguintes questões: “Quais as competências que os alunos desenvolvem com a realização de atividades práticas?”, “Que aspetos da natureza da ciência são valorizados pelos alunos ao longo da realização de atividades práticas?”, “Quais as competências que os alunos desenvolvem com as novelas gráficas pedagógicas?” e “Quais as principais dificuldades que os alunos apresentam ao produzir as novelas gráficas pedagógicas?”

Para tal, a investigação seguiu um paradigma interpretativo e desenvolveu-se com uma turma de 11.º ano de escolaridade, composta por 27 alunos, em que o principal objetivo era compreender as ações dos participantes e os significados das mesmas. Para além disto, o envolvimento pessoal da investigadora foi considerável, pois além de investigadora ela era, também, a professora da turma (Cohen, Manion, & Morrison, 2007).

A abordagem seguida foi qualitativa, pois enfatiza a descrição, a indução e o estudo das significações pessoais, sendo, também, por isso, um estudo subjetivo (Alentejano, 2011). Segundo Bogdan e Biklen (1994), este estudo foi qualitativo, pois possui as cinco características – “a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”, “os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números”, “os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos”, “os investigadores (...) tendem a analisar os seus dados de forma indutiva” e “preocupam-se com aquilo que se designa por perspectivas participantes” (pp. 47 - 50) – que, para estes autores, patenteiam o que é uma investigação com esta abordagem. De forma mais específica, as fontes de dados da investigação foram as

aulas de Biologia e Geologia da unidade referente às Rochas Sedimentares, sendo a investigadora, simultaneamente a professora. Os dados da investigação foram os obtidos por observação, por questionário (aos alunos), por entrevista (à professora cooperante) e por análise de documentos (fichas de trabalho, *posters* científicos e novelas gráficas pedagógicas produzidas pelos alunos).

A modalidade investigativa que seguiu o trabalho foi o estudo de caso, pois “consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico” (Bogdan e Biklen, 1994, citando Merriam, 1988, p. 89). Neste caso, a observação do impacto das atividades desenvolvidas na aprendizagem dos alunos de uma turma de 11.º ano de escolaridade.

## **2. Participantes: seleção e critérios**

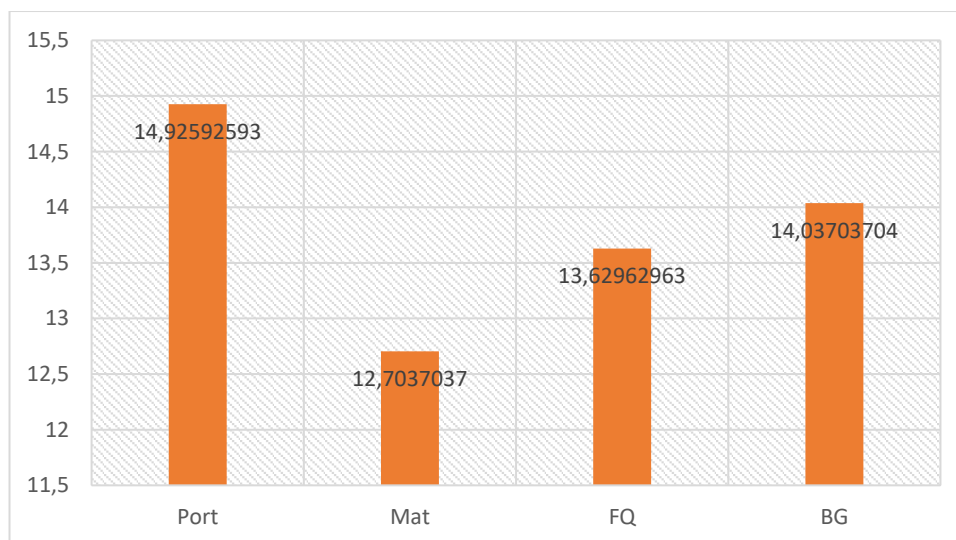
A escola onde foi realizada a investigação foi a Escola Secundária Vergílio Ferreira (Figura 10), sita em Telheiras. Esta pertence ao Agrupamento de Escolas Vergílio Ferreira e inclui o segundo e terceiro ciclos do ensino básico e o ensino secundário. Esta escola sofreu, de 2008 a 2010, uma reestruturação que reabilitou e reorganizou os edifícios existentes na escola, para que pudessem responder às necessidades dos estudantes e dos professores. Dessa forma, criaram-se condições na escola para a prática de um ensino moderno, adaptado aos conteúdos programáticos, às didáticas e às novas tecnologias de informação e comunicação. A escola ostenta uma arquitetura moderna, tipicamente em blocos, possuindo laboratórios devidamente equipados, onde os alunos selecionados para o estudo têm todas as aulas de Biologia e Geologia. Para além disso, a escola possui uma sala de informática equipada com computadores, que será também fulcral para o estudo desenvolvido.

Os participantes do estudo foram 27 alunos (16 raparigas e 11 rapazes) que constituem uma das turmas de Biologia e Geologia do 11.º da escola acima descrita, a qual acompanhei desde o início do ano letivo.



*Figura 10.* Escola Secundária Vergílio Ferreira (retirado de <http://sitiocomvistasobreacidade.blogs.sapo.pt/93904.html#.Vwe89fkrLIV>)

A turma tem uma média de idades de 16 anos e na sua maioria são de nacionalidade portuguesa, exceto uma aluna que ingressou este ano letivo na escola e apresenta, relativamente aos colegas, algumas diferenças ao nível dos conteúdos abordados no ano transato. A turma é bastante heterogénea (Figura 11) relativamente aos resultados apresentados, o que faz com que a média da turma seja positiva.



*Figura 11.* Média dos alunos da turma em estudo nas disciplinas de Português, Matemática, Física e Química e Biologia e Geologia, no 10.º ano de escolaridade

No primeiro período deste ano letivo, na disciplina de Biologia e Geologia a turma apresentou uma média de 12,46 valores, sendo 19 a nota mais alta e 9 a nota mais baixa. Dos vinte e sete alunos, cinco obtiveram uma classificação negativa.

De uma forma geral, a turma apresentava um bom comportamento, mostrando-se interessados pelos temas abordados e empenhados nas diversas tarefas propostas.

A escolha dos participantes teve como critérios de seleção o fácil acesso à escola e à turma, por via da atribuição da mesma. Para além disso, o facto de os alunos serem empenhados, curiosos e bem-comportados foram características que considerei relevantes na seleção dos mesmos para o estudo em causa. A escolha foi realizada entre esta e a outra turma da professora cooperante, sendo o fator da conjugação do meu horário com o horário das aulas da turma um fator preponderante para a minha escolha. Toda a turma participará no estudo, de forma a maximizar o que podemos aprender acerca da compreensão dos alunos relativamente a aspetos da natureza da Ciência.

### **3. Instrumentos de recolha de dados**

Os instrumentos de recolha de dados escolhidos tiveram como objetivo permitir responder às questões de investigação levantadas na introdução. Dessa feita e tendo em conta a variedade das mesmas optei por diversos instrumentos para uma recolha de dados o mais completa possível. Os instrumentos escolhidos foram a observação, o inquérito por questionário, o inquérito por entrevista e a documentação produzida pelos alunos.

#### **3.1. Observação**

A observação é um dos instrumentos fundamentais na investigação educacional. No âmbito desta investigação, a observação tem a finalidade de “proporcionar o contacto e a reflexão sobre as potencialidades e limitações de diferentes abordagens, estratégias, metodologias e atividades” (Reis, 2011, p. 12).



Tal como qualquer outro instrumento de recolha de dados, a observação requer um plano estruturado. Para preparar essa mesma observação, o observador deve estabelecer o critério de observação (objetivo da observação), delimitar o campo de observação (escolher o que vai observar), definir unidades de observação (escolher quem vai observar) e estabelecer as sequências comportamentais (Dias, 2009).

Os dados que resultam da observação foram recolhidos sob a forma de notas de campo, em que a observadora, num primeiro momento, registou os dados observados e, posteriormente, teceu considerações acerca do que registou. A observação é participante, uma vez que o observador é também o professor, logo “pode participar, de algum modo, na actividade do observado, sem contudo perder a integridade do seu papel de observador” (Dias, 2009, p.5). Para além disso, e de acordo com Dias (2009), a observação participante é ativa, uma vez que o observador pode modificar certos aspetos com a sua interação na situação.

### **3.2. Inquérito por questionário**

Este é um instrumento de recolha de dados mais utilizado numa abordagem quantitativa, contudo isso não implica que não possa ser usado num estudo qualitativo. Até porque segundo Rojas (2001), o questionário é um “meio útil e eficaz para recolher informação num tempo relativamente breve” (p. 2). Tal adequa-se à investigação que foi realizada, uma vez que a mesma teve a duração de cerca de um mês.

Os questionários podem ser fechados, misto ou abertos, se solicitarem respostas específicas e delimitadas; se consideram perguntas abertas e fechadas; e se solicitarem uma resposta livre, sem limite de alternativas de resposta prévias, respetivamente (Rojas, 2001). Para este estudo foram realizados questionários mistos, com perguntas de diversos tipos, de forma a recolher o máximo de informação possível. Qualquer um destes tipos de questionário tem de obedecer aos seguintes aspetos para se considerar um bom questionário: determinar o objetivo do questionário (neste caso, perceber que aspetos da natureza da ciência são valorizados pelos alunos com as atividades práticas desenvolvidas), possuir instruções claras e

completas da finalidade do questionário, não ser demasiado longo, não se iniciar com perguntas nem diretas, nem muito difíceis e ter um aspeto atrativo (Rojas, 2001).

Neste trabalho foram aplicados três questionários anónimos – dois (um pré e um pós atividade) acerca dos aspetos da Natureza da Ciência e um de heteroavaliação. Os primeiros (Apêndices 3.1 e 3.2) foram utilizados com o objetivo de perceber de que forma os alunos percecionam os aspetos da natureza da ciência. Apesar de ambos os questionários serem formulados por questões diferentes, as questões eram abertas e tinham a mesma finalidade. O último (Apêndice 3.3) teve como objetivo fazer com que os alunos pensassem em toda a intervenção realizada, para que pudessem apontar os pontos positivos e negativos da mesma, para além de poderem sugerir futuras alterações nas estratégias utilizadas. Estes foram mistos, constituídos por questões abertas e fechadas.

### **3.3. Inquérito por entrevista**

A entrevista, nesta investigação, teve como finalidade recolher dados na linguagem do entrevistado, para que o investigador percebesse a maneira como o entrevistado interpreta os diversos temas em análise (Bogdan & Biklen, 1994). As entrevistas classificam-se, de acordo com o seu grau de estruturação, em estruturadas, semi-estruturadas, não estruturadas (Bogdan & Biklen, 1994). As primeiras caracterizam-se por apresentarem questões com uma formulação pré-definida e com uma sequência exata e por todos os entrevistados responderem às mesmas questões; as segundas por apresentarem uma sequência de questões com alguma flexibilidade, as quais podem ser reformuladas no decorrer da entrevista, que, por sua vez, flui de acordo com o desempenho do entrevistado. A entrevista não estruturada assume a forma de conversa, não existe um guião, ou caso exista este é muito geral, apenas com alguns tópicos, sendo que as questões surgem naturalmente em contexto.

Nesta investigação optou-se por uma entrevista semi-estruturada, uma vez que permite que a mesma se adapte ao entrevistado no momento do questionamento, tendo no fundo uma linha orientadora da conversa, permite uma melhor gestão do tempo e permite recolher os dados necessários e até novos dados que surjam. A

entrevista (Apêndice 3.4) serviu para recolher a opinião da professora cooperante face ao tema em estudo, de forma a perceber as conceções da professora relativamente aos aspetos da Natureza da Ciência e a sua opinião relativa à abordagem dos mesmos durante as aulas.

### **3.4. Documentação produzida pelos alunos**

A documentação produzida pelos alunos é um instrumento de recolha de dados muito importante, pois permite revelar a visão de quem os produz, neste caso os alunos (Bogdan & Biklen, 1994). Para além disso, funcionam como “provas detalhadas de como as situações sociais são vistas pelos seus atores e quais os significados que vários factores têm para os participantes” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 177). Neste caso a documentação permitiu não só compreender se os alunos aprenderam os conteúdos lecionados, mas também teve um efeito de feedback sobre o meu desempenho como professora.

Esta recolha incidiu nas fichas de trabalho (Apêndice 1), nos *posters* científicos (Apêndice 6) e nas novelas gráficas pedagógicas (Apêndice 1.7) que os alunos irão produzir ao longo da unidade didática.

## **4. Análise de Dados**

Após recolhidos todos os dados, os mesmos foram organizados, divididos em unidades manipuláveis, explorados em termos de estabelecimento de padrões e interpretados (Bogdan & Biklen, 1994). Desta forma, foi esperado que os dados ajudassem a responder às questões investigativas, e que ajudassem a perceber de que forma as novelas gráficas pedagógicas contribuem para a compreensão de aspetos da natureza da ciência, em alunos do 11.º ano de escolaridade.

Para tal, foi realizada uma análise de conteúdo. Esta consiste numa investigação em que após a recolha dos dados e a leitura dos mesmos é feita uma “avaliação das possibilidades de análise” (Estrela, 1994, p.455). Para facilitar a análise de conteúdo foram criadas categorias de análise, de forma a agrupar as

unidades de registo com características comuns (Bardin, 1977/2011). As categorias emergiram dos dados, foram propostas por inferência do investigador.

No Apêndice 7.1 apresenta-se a categorização elaborada para a análise dos dados recolhidos a partir dos questionários da Natureza da Ciência (q1 e q2) realizados pelos alunos. As categorias associadas à noção de Ciência foram criadas tendo em conta as dimensões da Ciência propostas por Ziman, em 1984 – aspeto instrumental, vocacional, metodológico e de arquivo. Todas os restantes aspetos – Alterações no conhecimento científico, criatividade e imaginação, controvérsia em Ciência e Ciência e cultura - respeitantes aos questionários relacionados com os aspetos da natureza da Ciência (Apêndice 7.1) emergiram da leitura dos dados. Dessa forma, não foi possível estabelecer para cada aspeto as mesmas categorias nos dois questionários (q1 e q2).

As categorias resultantes da análise de conteúdo (Apêndice 7.2) da entrevista realizada à professora cooperante (e) foram criadas tendo em conta as dificuldades consideradas pela mesma na abordagem dos aspetos da Natureza da Ciência. Estas categorias surgiram, também, pela leitura dos dados.

## **Capítulo V – Apresentação e Análise dos Resultados**

Neste capítulo são analisados os dados recolhidos com vista a dar resposta às questões orientadoras da investigação. Importa salientar, que tendo em conta a amostra do estudo, os resultados não são representativos. Porém, estes permitem estabelecer resultados para o contexto em estudo.

### **1. Apresentação dos Resultados**

#### **1.1. Questionários relativos aos aspetos da Natureza da Ciência**

O objetivo dos questionários relativos aos aspetos da Natureza da Ciência era perceber a evolução do pensamento dos alunos relativamente ao tema. Para tal, foram aplicados dois questionários diferentes – um pré (q.1) e um pós (q.2) intervenção – em que ambos incidiam nos mesmos tópicos de questão. O pré questionário (Apêndice 3.1) foi realizado tendo por base o Views of Nature Science (from C) - VNOS C de Lederman e Abd-El-Khalick e o segundo (Apêndice 3.2) foi realizado de forma a que as perguntas incidissem na mesma temática, mas que fossem elaboradas de forma diferente para não influenciar os alunos a responder tendo em conta a resposta anterior, uma vez que o tempo entre a aplicação do pré e do pós questionário foi de cerca de um mês.

##### **1.1.1. Noção de Ciência**

Relativamente à noção que os alunos tinham da Ciência foi perguntado no pré questionário (q.1) “Sob o seu ponto de vista, o que é a Ciência?” (Quadro 6) e no pós questionário (q.2) “Ciência, do latim *scientia*, significa conhecimento ou saber. Comente a afirmação.” (Quadro 7). Das respostas obtidas foram consideradas as mesmas categorias, contudo a frequência absoluta registada em cada uma das categorias variou.

Quadro 6

Análise das respostas à questão "Sob o seu ponto de vista, o que é a Ciência?" (q.1)

Questão	Categoria	Unidade de registo - pré	Freq. absoluta pré	Σ freq.
<b>Definição de Ciência</b>	aspecto <b>instrumental</b> - um meio de resolver problemas	"pretende explicar o porquê e o como das coisas" (q.1, B)	14	15
		"descobrir novas formas de pensar, uma forma de avanço" (q.1, M)	1	
	aspecto de <b>arquivo</b> - um conhecimento organizado	"tudo o que pode ser estudado" (q.1, G)	9	9
	aspecto <b>metodológico</b> da ciência – objetiva	"estudo com uma base de certezas" (q.1, A)	1	10
		"baseando-se em factos e teorias" (q.1, B)	1	
		"conjunto de métodos, justificações e estudos" (q.1, E)	2	
		"É baseada na experiência" (q.1, H)	3	
		"tudo que tem uma resposta racional" (q.1, R)	2	
		"conjunto dos conhecimentos experimentais e empíricos" (q.1, X)	1	
	aspecto <b>vocacional</b> - algo que pode ser descoberto por pessoas com talento para a investigação	-	0	0
	Difícil de explicar	"não é fácil de explicar" (q.1, O)	2	2

Comparando o pré (q.1) e o pós questionário (q.2), é possível agrupar as respostas dos alunos nas mesmas categorias (dimensões da Ciência, Ziman, 1984), contudo a frequência absoluta é diferente nos dois questionários. No primeiro (q.1), a maioria dos alunos tem uma noção instrumental da Ciência, sendo que nenhum dos alunos lhe atribui um aspeto vocacional e dois dos alunos afirmam que "não é fácil de explicar" o que é a Ciência. No pós questionário (q.2) o aspeto instrumental da Ciência é o que é menos mencionado pelos alunos, sendo os aspetos de arquivo e metodológico os mais mencionados. Neste (q.2), nenhum dos alunos refere a dificuldade de explicar o que é, para cada um, a Ciência.

Quadro 7

*Análise das Respostas à questão "Ciência, do latim scientia, significa conhecimento ou saber. Comente a afirmação." (q.2)*

Questão	Categoria	Unidade de registo - pós	Freq. absoluta pós	Σ freq.
<b>Definição de Ciência</b>	aspeto <b>instrumental</b> - um meio de resolver problemas	"é através da Ciência que se faz descobertas e que se transmite novas informações ensinando quem não sabe." (q.2, C)	1	4
		"Ajuda-nos a debater sobre vários problemas e casos que precisam de resposta." (q.2, D)	3	
	aspeto de <b>arquivo</b> - um conhecimento organizado	"É a partir desta que obtemos milhares de conhecimentos e se não fosse esse meio tão grande, muitas coisas não eram conhecidas." (q.2, A)	8	15
		"conhecimento global de tudo." (q.2, J)	2	
		"A Ciência é sobre alcançar o maior saber" (q.2, K)	3	
		"algum tipo de saber" (q.2, P)	2	
	aspeto <b>metodológico</b> da ciência – objetiva	"Embora a Ciência seja uma fonte de conhecimento através de dados e observações, esta está em constante mudança" (q.2, B)	3	12
		"a Ciência movimenta-se por tentativa/erro e tenta sempre chegar àquilo que faz mais sentido e que é mais lógico." (q.2, D)	1	
		"Ciência é o estudo do saber, são todos os conjuntos de processos que constituem." (q.2, E)	2	
		"Ciência corresponde a um modo sistemático de alcançar um determinado saber, ou seja, é acima de tudo uma forma lógica de se tentar obter um certo conhecimento." (q.2, F)	3	
		"é através da experimentação que conseguimos chegar a uma conclusão e assim obter algum conhecimento." (q.2, H)	2	
		"conhecimento justificado tem também que seguir outros princípios ou critérios, como as relações de causa efeito, tem que se passível de verificação ou prova." (q.2, O)	1	
	aspeto <b>vocacional</b> - algo que pode ser descoberto por pessoas com talento para a investigação	-	0	0

### 1.1.2. Alterações no conhecimento científico

No que respeita às alterações existentes na produção do conhecimento científico o pré questionário (q.1) obteve (“Os cientistas produzem conhecimento científico. Considera que esse conhecimento pode sofrer alterações no futuro? Explique a sua resposta e dê um exemplo.”) as respostas que se encontram no Quadro 8.

Quadro 8

*Análise das respostas à questão “Os cientistas produzem conhecimento científico. Considera que esse conhecimento pode sofrer alterações no futuro?” (q.1)*

Questão	Categoria	Unidade de registo - pré	Freq. absoluta pré	Σ freq.
<b>Alteração das teorias científicas</b>	Exemplos de teorias que alteraram	“antes acreditava-se que o Sol girava à volta da Terra, porém hoje sabe-se que acontece o contrário.” (q.1, A)	15	15
	Desenvolvimento de tecnologia	“À medida que o tempo avança também a tecnologia e novos conhecimentos científicos são descobertas que se podem aplicar noutros” (q.1, B)	10	10
	Descoberta de novos factos	“ao longo do tempo (anos) existem evoluções de teorias e descoberta de novos factos” (q.1, F)	7	11
		“Existem vários tipos de experiências e nem todas se adequam ao que os cientistas querem provar e por isso têm de ser criativos, de maneira a provarem aquilo em que acreditam.” (q.1, H)	1	
		“Todos os dias nascem novos seres que poderão trazer algo de diferente no mundo.”	3	
	NR	-	1	1

Por outro lado, no pós questionário (q.2) a temática em questão estava presente na pergunta 5 (“Carl Sagan afirmou que «Existem muitas hipóteses na Ciência que são erradas. Isso é perfeitamente correto; elas são a abertura para descobrir o que é certo. A Ciência é um processo autocorretivo». Comente a afirmação, posicionando-se relativamente ao valor e papel das hipóteses em Ciência.”) – Quadro 9.



Quadro 9

*Análise das respostas à questão “Carl Sagan afirmou que «Existem muitas hipóteses na Ciência que são erradas. Isso é perfeitamente correto; elas são a abertura para descobrir o que é certo. A Ciência é um processo autocorretivo». Comente a afirmação, posicionando-se relativamente ao valor e papel das hipóteses em Ciência.” (q.2)*

Questão	Categoria	Unidade de registo - pós	Freq. absoluta pós	Σ freq.
<b>Alteração das teorias científicas</b>	Erros	“É fundamental que haja erros na Ciência pois só assim é que é possível que ela avance.” (q.2, A)	12	14
		“a Ciência movimenta-se e avança sempre por tentativa e erro de tal modo que, mesmo que muitas vezes não se possa chegar a um consenso” (q.2, D)	2	
	Seleção	“A Ciência evolui sempre que se eliminam teorias ou hipóteses que pareciam verdadeiras, este é um processo semelhante à seleção natural.” (q.2, B)	1	6
		“Ciência se constrói no sentido de atingir uma verdade e esse sentido caracteriza-se pela autocorreção e pelo melhoramento e eliminação de dúvidas.” (q.2, E)	5	
	Descoberta de novos factos	“As hipóteses na Ciência sofrem um processo autocorretivo devido à descoberta de novos dados” (q.2, C)	6	7
		“a Ciência vai evoluindo à medida que surgem novos problemas e é necessário arranjar novas teorias que os resolvam” (q.2, I)	1	
	Irrefutabilidade	“Tudo o que sabemos não passam de hipóteses que foram provadas e hoje não podemos duvidar.” (q.2, J)	1	1

As respostas às questões acerca das alterações existentes nas teorias científicas foram variadas, não sendo possível enquadrar as do pré (q.1) e do pós questionário (q.2) nas mesmas categorias de análise. Inicialmente (q.1), a maioria das respostas dividia-se entre exemplos de teorias que sofreram alterações ao longo dos tempos, o desenvolvimento das tecnologias e a descoberta de novos factos com o passar do tempo, sendo que um aluno não respondeu à questão. Por outro lado, as respostas ao pós questionário (q.2) mencionaram a existência de erros na Ciência e a seleção de hipóteses e dados em Ciência. Um aluno falou da irrefutabilidade da Ciência, não considerado que a mesma possa sofrer alterações. Para além destas categorias, a descoberta de novos factos foi uma categoria comum encontrada nas respostas dadas pelos alunos nos dois questionários.

### **1.1.3. Criatividade e Imaginação**

A existência de criatividade e imaginação na construção do conhecimento científico foi um aspeto questionado na questão 7 (Quadro 10) do pré-questionário – q.1 – (“Os cientistas constroem experiências/investigações quando querem encontrar respostas para algumas questões. Considera que os cientistas usam a sua criatividade e imaginação durante as suas investigações?”) e na questão 6 (Quadro 11) do pós-questionário – q.2 – (“Conta-se que Newton reconheceu a existência de gravidade, quando uma maçã lhe caiu na cabeça. A lei da gravidade é considerada uma importante descoberta científica. Na sua opinião, que características de pensamento são essenciais à formulação de ideias científicas.”).

Comparando os questionários acima, verifica-se que 25 das respostas (q.1) mencionam que consideram que a criatividade e imaginação estão presentes na construção do conhecimento científico, 6 consideram que não influencia, uma vez que são o raciocínio lógico, o conhecimento e as provas que comandam a construção do conhecimento científico. Um dos alunos apresenta algumas dúvidas e afirma que talvez a criatividade e a imaginação tenham influência. Por outro lado, no pós questionário (q.2) 22 das respostas mencionaram que a criatividade e imaginação são características fundamentais ao pensamento de um cientista, considerando depois o raciocínio, a persistência e o facto de terem uma mente aberta como outras características importantes na construção do conhecimento científico.

Quadro 10

*Análise das respostas à questão “Os cientistas constroem experiências/investigações quando querem encontrar respostas para algumas questões. Considera que os cientistas usam a sua criatividade e imaginação durante as suas investigações?” (q.1)*

Questão	Resposta	Categoria	Unidade de registo – pré	Freq. absoluta pré	Σ freq.
<b>Criatividade e Imaginação</b>	Sim	Desenvolver raciocínio	“chegar mais longe do que o óbvio.” (q.1, A)	2	25
		Depois da observação	“Após a observação.” (q.1, B)	1	
		Encontrar conclusões	“ajudam os próprios investigadores a retirar conclusões acerca daquilo que estão a estudar.” (q1, D)	10	
		Criação de procedimentos	“relevante o uso de técnicas criativas, mas pertinentes para ajudar a reformular algo e para obter conhecimento.” (q.1, D)	7	
		Influenciada por cada cientista	“durante as investigações vai de cada cientista, a maneira como vê o observa as coisas e os métodos que usa para chegar às suas próprias conclusões.” (q.1, E)	3	
		Fundamentada	“Obviamente usam, mas sempre com fundamento” (q1, N)	1	
		Mente Aberta	“Os cientistas devem sempre estar open-minded para qualquer coisa.” (q.1, B)	1	
	Talvez	Resultados lógicos	“podem utilizar a sua criatividade simplesmente quando criam as experiências, sendo que os resultados destas são meramente “inalteráveis” (q.1, P)	1	1
	Não	Raciocínio lógico	“As experiências realizadas por cientistas são formuladas segundo um raciocínio lógico.” (q.1, C)	4	6
		Conhecimento	“a maioria se depara com um problema e a partir desse problema tentam encontrar resposta para ele de acordo com o conhecimento que têm.” (q.1, T)	1	
		Provas	“para comprovar a sua teoria é necessário mostrar provas.” (q.1, W)	1	

Quadro 11

*Análise das respostas à questão “Conta-se que Newton reconheceu a existência de gravidade, quando uma maçã lhe caiu na cabeça. A lei da gravidade é considerada uma importante descoberta científica. Na sua opinião, que características de pensamento são essenciais à formulação de ideias científicas.” (q.2)*

Questão	Categoria	Unidade de registo - pós	Freq. absoluta pós	Σ freq.
<b>Caraterísticas de Pensamento</b>	Criatividade	“É necessário que haja uma capacidade criativa inimaginável pela qual é possível chegar a alguma ideia com pernas para andar.” (q.2, A)	9	14
		“Criativo na medida em que temos de imaginar e formular hipóteses a partir de factos” (q.2, T)	5	
	Inteligência	“É necessário que seja inteligente e tenha capacidade de ligar a sua criatividade a pensamentos de conhecimento” (q.2, A)	2	3
		“é preciso ter um grande conhecimento de tudo.” (q.2, J)	1	
	Raciocínio	“o raciocínio para estabelecer relações entre diversos conhecimentos” (q.2, B)	7	7
	Imaginação	“a imaginação, sustentada pelo raciocínio, para chegar à formulação de uma nova teoria.” (q.2, B)	8	8
	Estudo	“é necessário: estudarmos de uma forma algo pormenorizada o assunto em causa” (q.2, D)	1	1
	Espírito crítico	“É necessário criticar para que se possa chegar mais longe.” (q.2, H)	4	4
	Persistência	“É necessário persistência, pois por vezes a procura da resposta pode ser cansativo” (q.2, J)	6	6
	Mente Aberta	“É necessário estar disposto a aceitar novas perspetivas e ao mesmo tempo apoiar a sua e tentar prová-la” (q.2, H)	7	7

#### 1.1.4. Controvérsia em Ciência

A controvérsia científica foi um dos aspetos relativos à Natureza da Ciência alvo de questionamento em ambos os inquéritos. No pré questionário (q.1) foi perguntado aos alunos “Na sua opinião, por que é que os cientistas estão em desacordo se têm acesso à mesma informação?” (Quadro 12).

Quadro 12

*Análise das respostas à questão “Na sua opinião, porque é que os cientistas estão em desacordo se têm acesso à mesma informação?” (q.1)*

Questão	Categoria	Unidade de registo - pré	Freq. absoluta pré	Σ freq.
<b>Controvérsia</b>	Diferentes opiniões	“cada um desenvolve a sua própria ideia.” (q.1, A)	11	13
		“devido ao facto de apoiarem ou não certas teorias que expliquem a mesma problemática.” (q.1, I)	2	
	Diferentes conhecimentos	“Porque há diversas teorias acerca da extinção desses seres vivos.” (q.1, M)	3	9
		“não há dados suficientes para o saber mas há dados suficientes para especular.” (q.1, N)	6	
	Diferentes interpretações	“Porque cada cientista tem a sua forma de interpretar as informações a que tem acesso.” (q.1, F)	5	5
	Influência cultural	“Porque cada um tem as suas teorias na barra cronológica devido aos anos em que viveram e o que terá acontecido.” (q.1, G)	1	1

No pós-questionário (q.2) a questão referente a este aspeto era “Na sua opinião, em que medida a controvérsia faz parte integrante da construção do conhecimento científico?” (Quadro 13).

Relativamente à controvérsia existente em Ciência no pré questionário (q.1) as razões apontadas foram as diferentes opiniões, os diferentes conhecimentos e as diferentes interpretações. Por outro lado, no pós questionário (q.2) são os conhecimentos e a evolução da Ciência. Neste questionário um dos alunos não respondeu à questão.

### Quadro 13

*Análise de respostas à questão “Na sua opinião, em que medida a controvérsia faz parte integrante da construção do conhecimento científico?” (q.2)*

Questão	Categoria	Unidade de registo - pós	Freq. absoluta pós	Σ freq.
<b>Controvérsia</b>	Conhecimento	“é necessário que haja controvérsia até mesmo entre a própria proposta para que seja um conhecimento completo” (q.2, A)	4	17
		“faz com que os cientistas se debatam sobre as respetivas teorias ou hipóteses que cada um apresenta e ajuda-os a chegar mais próximo da verdade” (q.2, D)	12	
		“a testar a força do nosso conhecimento” (q.2, E)	1	
	Evolução	“É apenas através da controvérsia que a Ciência progride” (q.2, B)	4	9
		“é numa divergência de opiniões que se fazem novas e mais relevantes descobertas.” (q.2, D)	5	
	Questionamento	“questiona as teorias e faz com que estas tentem encontrar novos factos para poderem ser aceites.” (q.2, C)	1	2
		“que quanto mais perguntas a hipótese não conseguir responder e quanto menos explicações esta der, pior ela é.” (q.2, π)	1	
	NR	-	1	1

#### 1.1.5. Ciência e cultura

A relação entre a Ciência e a cultura também foi alvo de questionamento, no pré-questionário os alunos foram perguntados se “No seu ponto de vista a Ciência reflete os valores sociais e culturais ou é universal?” – q.1 – (Quadro 14) e no pós-questionário (q. 2), com o mesmo intuito, a questão foi “Considera que a Ciência: a) Está inserida na cultura; b) É influenciada pela cultura; c) Está acima da cultura; d) Todas as anteriores. Justifique o seu ponto de vista.” (Quadro 15).

Quadro 14

*Análise das respostas à questão “No seu ponto de vista a Ciência reflete os valores sociais e culturais ou é universal?” (q.1)*

Questão	Resposta	Categoria	Unidade de registo - pré	Freq. absoluta pré	Σ freq.
<b>Ciência universal vs. cultural</b>	Universal	Provas	“as conclusões da Ciência e as teorias que justifiquem o mundo em que vivemos, sejam entendidos por todos da mesma maneira” (q.1, E)	6	14
		Regras	“as regras científicas e determinadas descobertas aplicam-se a todos” (q.1, F)	1	
		Está presente em todo o lado	“a Ciência está em todo o lado mesmo não a vendo” (q.1, G)	1	
		Aplicada em todas as sociedades	“A Ciência é universal no sentido que é aplicada em todas as sociedades, e não é feita com base em valores sociais e culturais, se não, a Ciência seria diferente em cada parte do mundo.” (q.1, I)	5	
		Empírica	“a Ciência é universal pois é uma verdade empírica.” (q.1, W)	1	
	Cultural	Controvérsia	“se assim não fosse, não existia controvérsia entre vários cientistas” (q.1, A)	1	10
		Censura da sociedade	“Há certas teorias que não são aprovadas pelas sociedades não são apresentados ao Mundo.” (q.1, C)	1	
		Religião	“E há também teorias que têm por base carácter religioso.” (q.1, C)	1	
		Diferentes opiniões	“Porque cada sociedade ou cultura tem um modo de pensar diferente.” (q.1, L)	4	
		Pressões	“muitas vezes, por pressões alheias, acaba por refletir valores sociais e culturais.” (q.1, H)	1	
		Necessidades	“A Ciência depende, inevitavelmente, dos valores sociais e culturais na medida que se vai desenvolvendo ao ritmo da sociedade e consoante as necessidades desta” (q.1, O)	2	
	Ambas		“existem alguns conceitos e ideias completamente irrefutáveis cientificamente, mas também podem existir outros que foram bastante influenciadas e mudadas devido a estes valores!” (q.1, D)	1	1

Quadro 15

Análise das respostas à questão “Considera que a Ciência: a) Está inserida na cultura; b) É influenciada pela cultura; c) Está acima da cultura; d) Todas as anteriores. Justifique.” (q. 2)

Questão	Resposta	Categoria	Unidade de registo - pós	Freq. absoluta pós	Σ freq.
<b>Ciência universal vs. cultural</b>	Inserida na Cultura	Está presente em todo o lado	“a Ciência faz parte de todos nós e de tudo o que fazemos e do que existe.” (q.2, G)	2	3
		Construção da Ciência	“um ponto importante para a construção da Ciência” (q.2, M)	1	
	Influenciada pela Cultura	Crenças	“o conjunto de crenças e hábitos de uma comunidade científica influencia as suas decisões e assim a Ciência.” (q.2, B)	6	13
		Diferentes opiniões	“a Ciência quando se constrói, é para todos e nem todos pensam da mesma maneira.” (q.2, E)	5	
			“o cientista não irá pensar da mesma maneira que outro do outro lado do mundo o que poderá levar a diferentes teorias e hipóteses.” (q.2, H)	4	
		Necessidades	“não é influenciada no sentido em que o conteúdo é alterado mas no sentido em que o que é pesquisado depende das necessidades da população” (q.2, K)	2	
		Fundamentar	“Apesar de todo o conhecimento, o Homem vai sempre sentir-se um pouco influenciado pelo meio que se insere para fundamentar o seu ponto de vista científico.” (q.2, A)	1	
		Construção da Ciência	“um ponto importante para a construção da Ciência” (q.2, M)	1	
	Acima da cultura	Tudo é Ciência	“Tudo o que temos e sabemos vem da Ciência” (q.2, J)	1	3
		Aceite por todos	“Devido à Ciência ser constituída por teorias aceites por quase todo o mundo independentemente da cultura.” (q.2, V)	1	
		Sem influências	“Está acima da cultura pois não se deixa influenciar.” (q.2, W)	1	
	Todas		“a Ciência tanto pode ser subjetiva, e desta forma influenciada pela Ciência, como pode ser objetiva e estar acima dela. Acho que se pode complementar, mas que não possuem uma conexão necessária.” (q.2, R)	2	2
	NR		-	1	1

No que diz respeito ao facto de a Ciência ser universal ou, por outro lado, ser influenciada pela cultura, no pré questionário (q.1) existiu uma menção aos dois



pontos de vista com proporções semelhantes. Contudo, no pós questionário (q.2) a maioria dos alunos mencionou que a Ciência é influenciada pela cultura. Um dos alunos não respondeu à questão.

## 1.2. Questionário de opinião: percepções dos alunos

O questionário de opinião (qo) foi realizado tendo em conta os seguintes aspetos: conteúdo e aprendizagem, lecionação, participação, apoio individual, materiais, estratégias, saída de campo, novelas gráficas pedagógicas, trabalho em grupo e sugestões de mudanças das atividades realizadas pelos alunos (Apêndice 3.3).

### 1.2.1 Conteúdos e aprendizagem

No âmbito da presente investigação procurou-se perceber o interesse dos alunos pela disciplina e se esse aumentou com as aulas lecionadas, bem como o valor que dão às aprendizagens que realizaram. A disciplina foi considerada interessante e motivadora para a totalidade dos alunos, porém perante a afirmação “O meu interesse sobre os assuntos explorados aumentou em consequência das aulas da disciplina” existe uma percentagem de alunos (11%) que discordaram da afirmação (Figura 12).

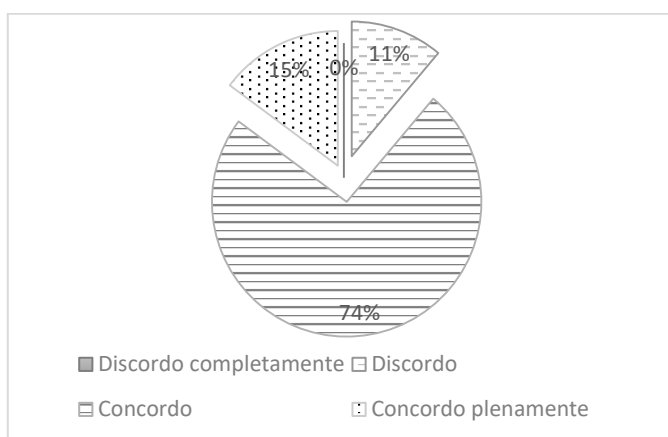
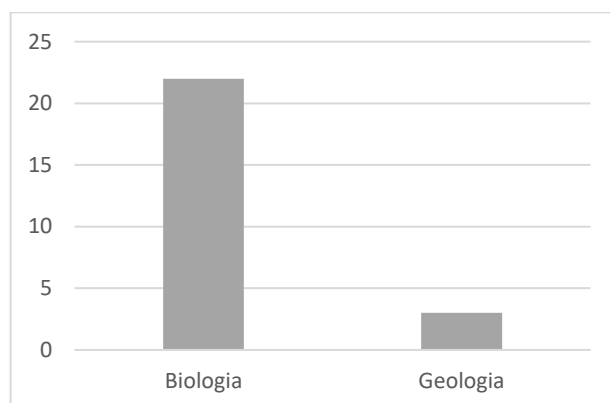


Figura 12. Opinião dos alunos (N=27) acerca da afirmação “O meu interesse sobre os assuntos explorados aumentou em consequência das aulas da disciplina”

Tal pode dever-se ao facto de os alunos considerarem a Biologia como a componente mais interessante (Figura 13) e a maioria dos conteúdos abordados ser

de Geologia, apesar de ter sido sempre feita uma relação entre ambas as componentes. Para além disso, importa referir que os alunos iniciaram a componente de Geologia manifestando algum desagrado pela mesma, o qual se tentou ao máximo contrariar, sendo a saída de campo o principal contributo para tal.



*Figura 13.* Opinião dos alunos (N=27) acerca da componente da disciplina que consideram mais interessante

No que diz respeito a terem considerado que aprenderam os conteúdos explorados em aula a totalidade dos alunos concorda que sim, julgando essas mesmas aprendizagens como valiosas.

### **1.2.2. Saída de Campo**

A saída de campo foi considerada por todos os alunos, à exceção de um que não respondeu, como bem organizada e em que os locais explorados eram pertinentes e acima de tudo foi considerada como importante para a aprendizagem dos alunos. O aluno que não respondeu a estes itens poderá ter sido o aluno que não pode ir à saída de campo. Apesar de não ter ido à saída de campo, o aluno em questão participou em todo o processo e por isso todos os alunos consideraram a saída de campo como importante para a sua aprendizagem.

Quanto ao facto de “a informação fornecida” ter sido clara, 4% dos alunos consideraram que tal não tinha acontecido (Figura 14). Nesta secção os alunos foram questionados sobre que mudanças fariam “na preparação e realização da saída de campo”. Dos 27 alunos questionados, 12 não responderam à questão, 7 afirmaram que não mudavam nada – “Nada. Estava bem preparada.” (qo, C) e “Não mudaria nada, porque acho que a visita correu muito bem.” (qo, E), são exemplos de algumas

respostas – e 8 sugeriram alterações numa futura preparação e realização de uma saída de campo (Figura 15).

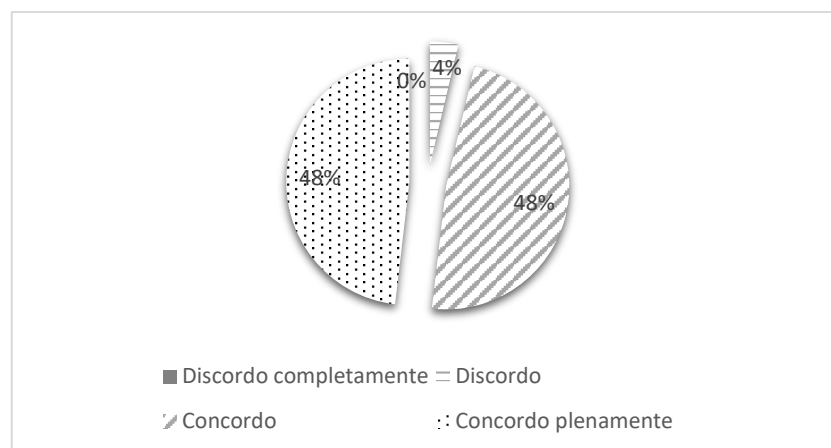


Figura 14. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "A informação fornecida foi clara."

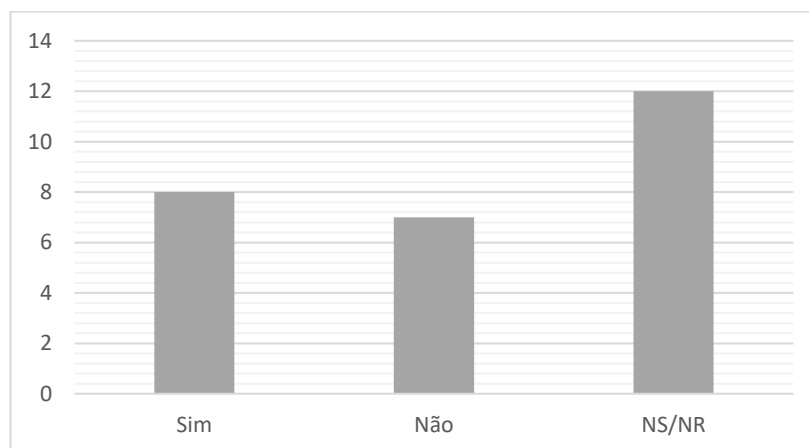


Figura 15. Número de alunos (N=27) que sugeriram alterações na preparação e realização da Saída de Campo

As alterações sugeridas preparação e realização da saída de campo foram de 5 tipos diferentes (Figura 16), uma que é externa à professora: as condições meteorológicas – “O tempo. Estava deveras ventoso” (qo, G) e quatro que podem ser tomadas em conta pela professora: o número de turmas na visita - “Ir apenas uma turma de cada vez.” (qo, F) e “Ir um dia uma turma e outro dia ir a outra.” (qo, R) –, o tempo de visita nos locais visitados – “Ser realizada em dois dias. Cada local era explorado durante um dia onde existisse um espaço de “fórum” entre alunos, professores e guias em ambos os dias.” (qo, α) –, o número de locais visitados – “Eu visitava mais lugares e outras zonas da praia e dunas para não ficarmos tanto tempo a fazer a mesma coisa.” (qo, N) – e a orientação dada pela professora durante a visita –

“talvez mais alguma ajuda durante a análise da falésia (penso que poderia haver uma análise ligeiramente mais guiada).” (qo, X).

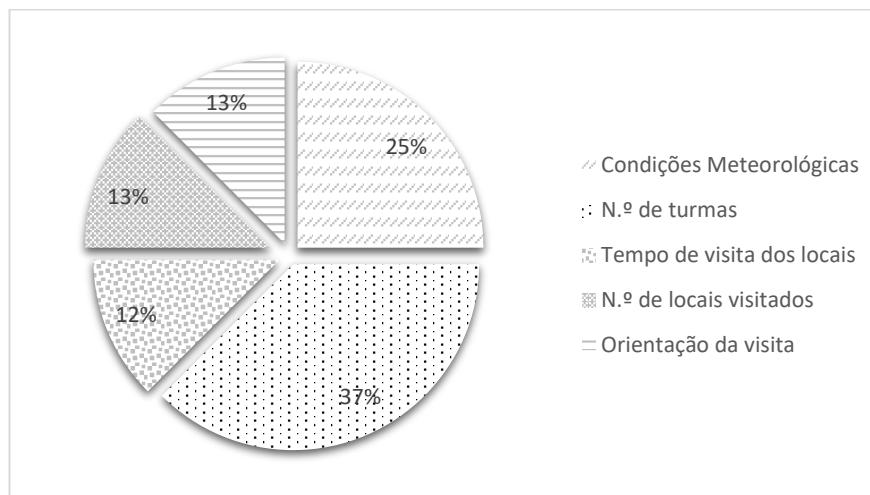


Figura 16. Sugestões apontadas pelos alunos (N=27) na preparação e na realização da Saída de Campo

### 1.2.3. Novelas Gráficas Pedagógicas

As novelas gráficas pedagógicas foram o tópico em que mais os alunos discordaram das afirmações. Na Figura 17 é possível observar que 37% dos alunos não considerou esta estratégia de ensino-aprendizagem como motivadora. Tal pode ser explicado por algumas das sugestões apontadas pelos alunos (Figura 19).

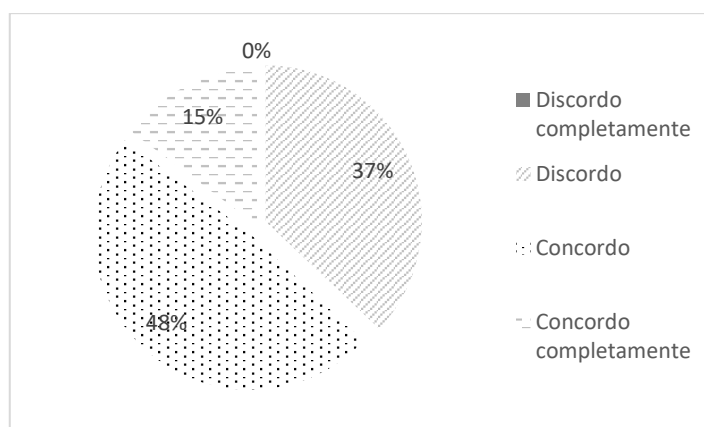


Figura 17. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase “A estratégia utilizada foi motivadora.”

Os alunos foram, também, questionados acerca de sugestões em todo o processo de construção das novelas gráficas pedagógicas. Nesta secção apenas 2 alunos não responderam à questão, 4 afirmaram que não fariam qualquer alteração – “Nada. Apesar de ter ocupado e levado um tempo considerável, ajudou-me a compreender alguns aspetos relacionados com a Natureza da Ciência.” (qo, T) e 21 alunos sugeriram diversas alterações no processo (Ver Figura 18).

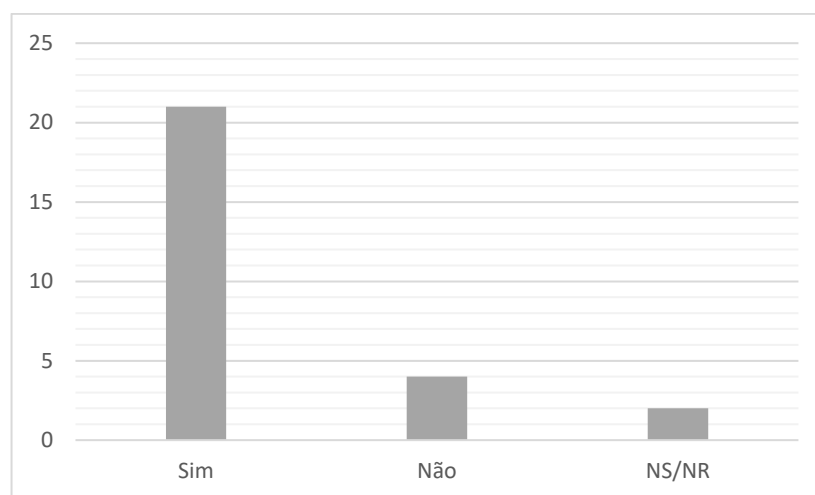


Figura 18. Número de alunos (N=27) que sugeriram alterações no processo de construção das novelas gráficas pedagógicas

As sugestões dos 21 alunos sobre a construção das novelas gráficas pedagógicas foram bastante diversas, tendo sido agrupadas em 9 categorias diferentes (Figura 19). A maioria dos alunos apontou o tempo de desenvolvimento da tarefa – “Tempo muito escasso, o que levou a algumas partes terem sido gravadas e editadas à pressa.” (qo, A), “acho que por vezes víamo-nos obrigados a realizar os vídeos à pressa devido ao tempo.” (qo, E) e “Termos mais tempo para as realizar.” (qo, Y) – e a explicitação do objetivo da mesma – “Não foi bem explicado o que era pretendido” (qo, F), “Talvez um pouco mais de informação sobre o objetivo” (qo, H) e “Achei que o objetivo deveria ter sido explícito de forma mais clara” (qo, R) – como o que deveria ter sido diferente.

Para além destas duas sugestões, os alunos apontaram a elaboração dos vídeos – “a parte da reunião dos vídeos e edição não foi tão agradável” (qo, B), “As filmagens não correram muito bem porque havia muito barulho em toda a sala devido a todos estarem a fazer as suas novelas.” (qo, M) e “Um modelo em vídeo

que nos pudesse ajudar.” (qo, P) –, a natureza da atividade – “Penso que não deveria ser contado como um trabalho prático” (qo, C), “Algo que não estávamos habituados a fazer” (qo, L) e “Acho que deveriam contar para a nota” (qo, V) –, a discussão das temáticas – “Penso que os temas abordados na novela poderiam ter sido discutidos em aula, o que tornaria o debate mais interessante.” (qo, W) –, a introdução da atividade – “Talvez introduzisse de outro modo as novelas.” (qo, D) –, a relação da mesma com a disciplina – “Relacioná-lo com a disciplina em si.” (qo,  $\pi$ ) – e a organização do grupo – “Falta de organização do grupo.” (qo, A) – como sugestões para futuras construções das novelas gráficas pedagógicas. Existe ainda um aluno que diz que “Mudaria quase tudo, pois não achei um trabalho interessante e motivador.” (qo, N).

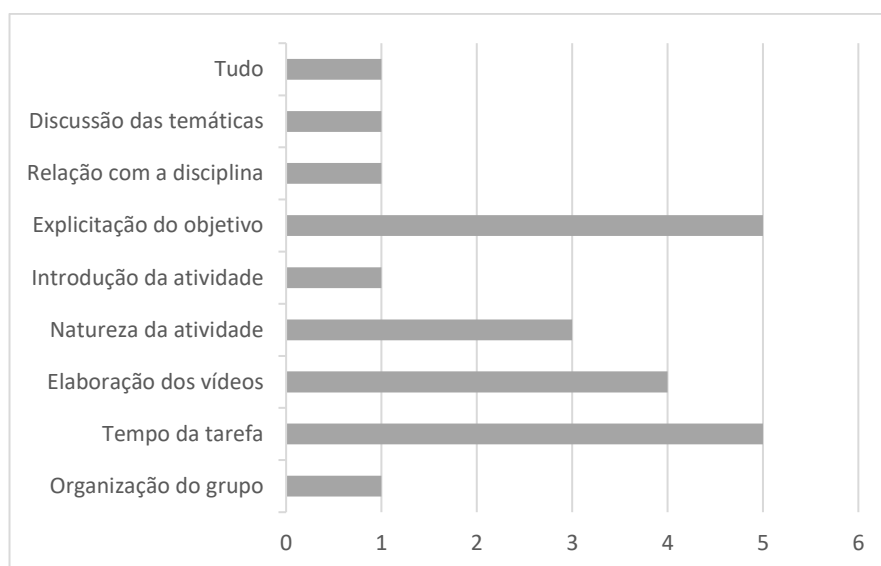


Figura 19. Sugestões apontadas pelos alunos (N=27) na construção das novelas gráficas pedagógicas

Relativamente ao contributo das novelas gráficas pedagógicas para a sua aprendizagem (Figura 20), 44% dos alunos não as consideraram relevantes. Algumas das possíveis razões para esse facto encontram-se explicitadas na Figura 19.

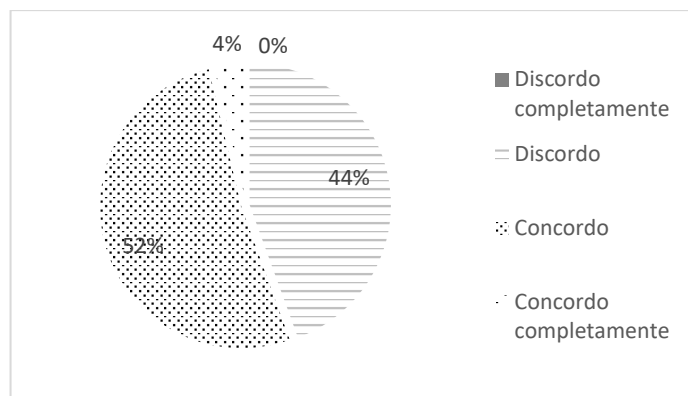


Figura 20. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "As novelas gráficas contribuíram para a minha aprendizagem."

Apesar de cerca de 80% dos alunos considerarem que a estratégia foi bem incorporada nas aulas, 19% dos alunos não partilha dessa opinião (Figura 21).

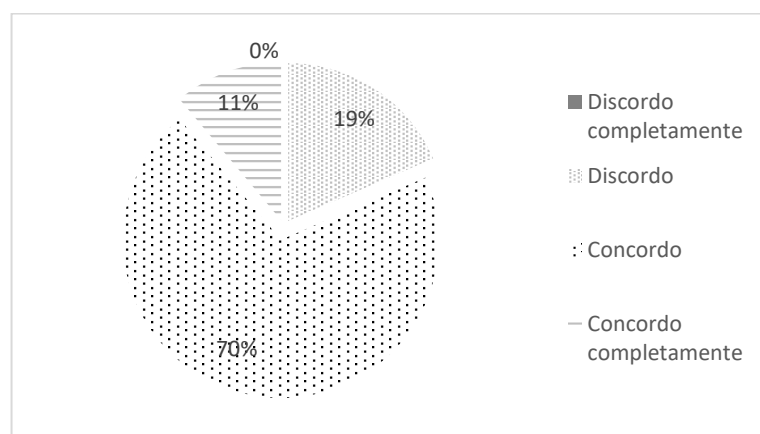


Figura 21. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "A estratégia foi bem incorporada no decorrer das aulas."

Alguns alunos não consideraram que a estratégia utilizada os ajudou a refletir sobre o que aprenderam (cerca de 33%) e como aprenderam – cerca de 27% (Figura 22).

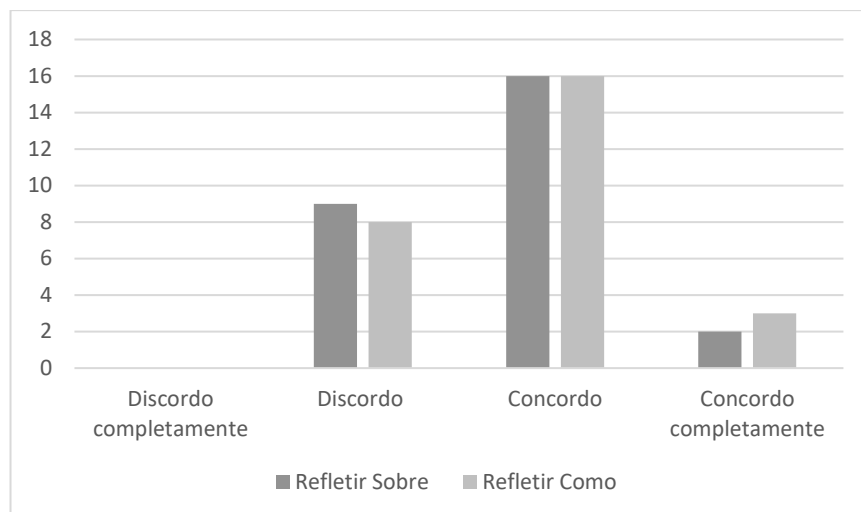


Figura 22. Opinião dos alunos (N=27) sobre se a estratégia utilizada os ajudou a refletir sobre e como aprenderam.

Quanto ao contributo das novelas gráficas pedagógicas para a compreensão de “alguns aspetos da Natureza da Ciência” (Figura 23), 81 % dos alunos consideraram que tal tinha acontecido.

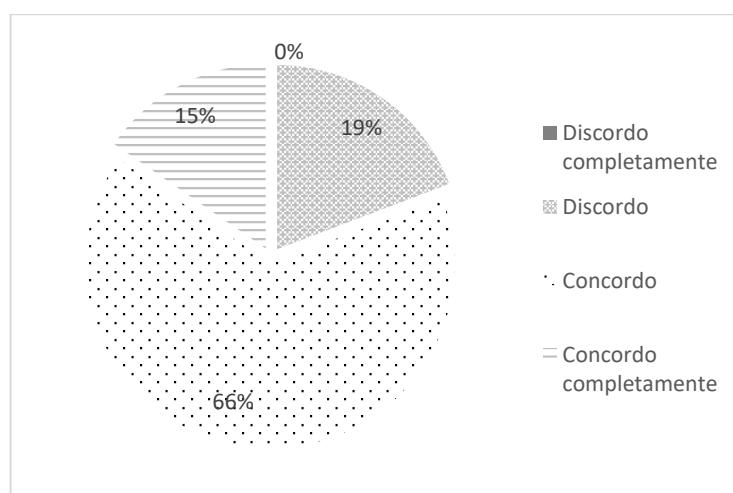


Figura 23. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "As novelas gráficas pedagógicas ajudaram-me a compreender alguns aspetos relacionados com a Natureza da Ciência."

#### 1.2.4. Trabalho de Grupo

Todas as questões que disseram respeito ao trabalho de grupo apresentaram sempre uma percentagem de discórdia por parte dos alunos.



Quando questionados acerca do bom funcionamento do grupo de trabalho, 11% dos alunos não concordaram que tal se tivesse sucedido (Figura 24).

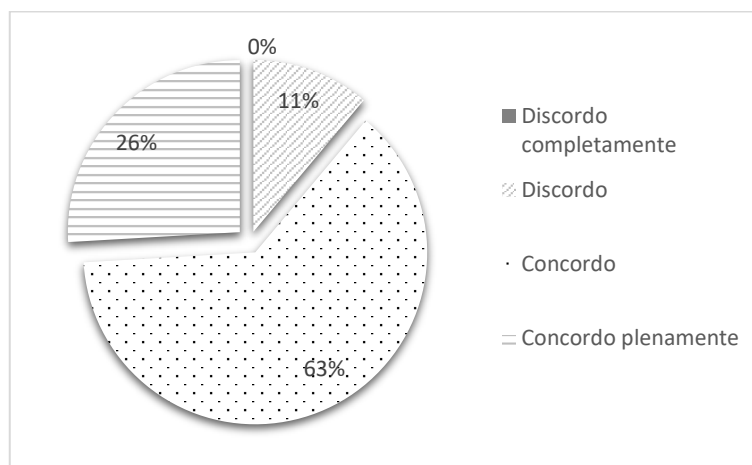


Figura 24. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase “O grupo de trabalho funcionou bem.”

No que diz respeito à importância que os alunos atribuem ao trabalho em grupo para a sua aprendizagem, as opiniões são, também, diversas, e, neste caso, 22% discordam que tal aconteça (Figura 25).

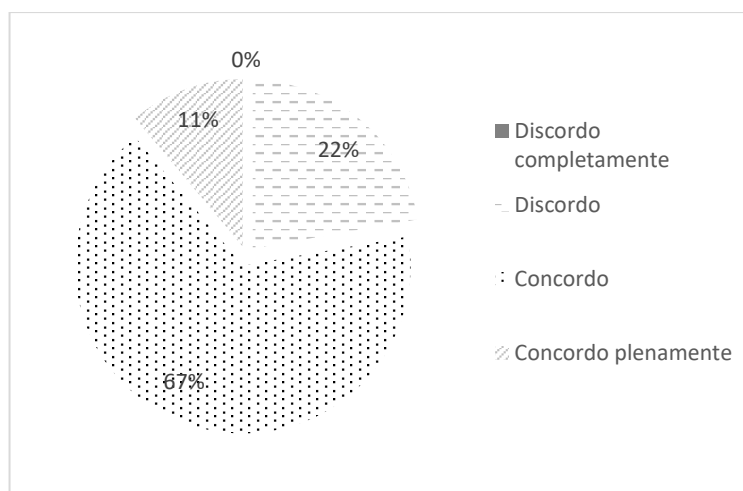


Figura 25. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "O trabalho em grupo foi importante para a minha aprendizagem."

Relativamente a respeitar as opiniões e funções dos restantes membros do grupo, 4% dos alunos consideraram que não o fizeram. Para além disso, 18% dos alunos em estudo discordaram do facto do trabalho de grupo ter ajudado “a compreender melhor como trabalhar bem em equipa” (Figura 26).

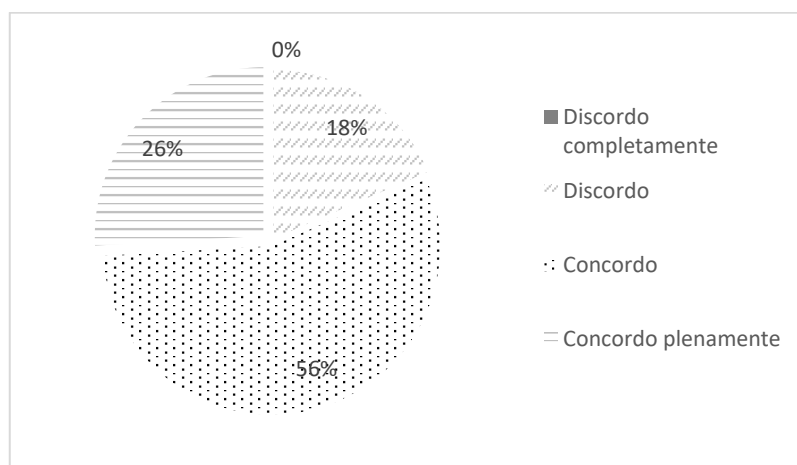


Figura 26. Opinião dos alunos (N=27) perante a frase "Ajudou-me a compreender melhor como trabalhar bem em equipa."

### 1.3. Dados referentes à documentação produzida pelos alunos

No decorrer da intervenção, os alunos produziram vários documentos, dos quais foram recolhidas fichas de trabalho, os *posters* científicos e as novelas gráficas pedagógicas (ngp). As fichas de trabalho tinham como objetivo não só consolidar os conteúdos abordados em aula, mas também promover a discussão entre os alunos do grupo acerca de alguns aspetos da Natureza da Ciência - Quadro 16.

Da saída de campo resultou, como produto final, um póster científico. Este foi, tal como todas as atividades, elaborado em grupo de trabalho. Na aula que se seguiu à saída de campo foram apresentadas, aos alunos, as regras para a elaboração do póster científico, bem como os critérios de avaliação. Os objetivos do trabalho foram lembrados nesta aula, uma vez que tinham sido explicados na aula de pré-saída.

O póster (Apêndice 6) foi entregue no dia 18 de maio, tendo sido disponibilizada uma aula para a elaboração do mesmo. Após esta entrega foi dado feedback aos alunos que tiveram hipótese de os corrigir e voltar a entregar no dia da apresentação (25 de maio). Todos os alunos da turma realizaram a atividade e obtiveram nota positiva.

Quadro 16

*Aspetos da Natureza da Ciência presentes nas atividades*

Atividade	Questão	Aspeto Natureza da Ciência
1	“O que tem a dizer acerca do ceticismo de alguns cientistas?”	Subjetividade em Ciência
2	“Comente a criação da escala de tempo geológico.”	Natureza das Teorias Científicas
3	“Refira-se à importância do estudo das rochas para a definição de estratégias de conservação, proteção e restauro dos edifícios.”	Influências Sociais e Culturais
4	“De que forma o conhecimento das rochas sedimentares é importante para a preservação do registo da evolução biológica?”	Criatividade e imaginação
5	“Qual a importância que atribuí à divulgação de notícias como a apresentada?”	Influências Sociais e Culturais
6	Teste Prático	Método Científico
7	Saída de Campo	Método Científico

As primeiras versões dos posters apresentavam como principais aspetos a melhorar (Quadro 17): a formalidade, o objetivo não corresponder à problemática dada na aula de pré-saída, a discussão que não fazia menção aos resultados apresentados e as referências bibliográficas. Para além disso houve um grupo que plagiou o póster por outra turma e houve um grupo que não conseguiu apresentar os resultados de uma forma lógica.

Quadro 17

*Classificações obtidas na primeira versão dos posters científicos*

			Grupos						
			1	2	3	4	5	6	7
<b>Introdução (24)</b>	Questão Central/objetivo	8	8	3	6	6	2	4	8
	Informação teórica pertinente (foco)	8	4	8	8	8	6	8	8
	Informação suficiente para a discussão dos resultados (pesquisa direcionada para o objetivo e a discussão)	8	8	8	8	6	6	8	6
<b>Método (4)</b>	Procedimento descrito passo a passo (de modo a poder ser repetido)	4	2	3	3	3	3	3	3
<b>Resultados (20)</b>	Resultados/esquemas claros e segundo as normas (qualidade, legendas)	10	8	3	10	9	7	8	8
	Resultados orientados para a consecução do objetivo do trabalho (relevância)	10	10	3	10	10	10	10	8
<b>Discussão (30)</b>	Os resultados obtidos são, de facto, analisados e interpretados (não se tratando de 1 mera repetição dos resultados)	10	10	0	8	10	7	10	8
	A discussão vai ao encontro do objetivo do trabalho e é aprofundada	10	10	4	8	10	7	10	8
	Integração de informação teórica (incluída na introdução) e evidências, sendo clara a distinção entre elas	10	8	4	6	8	5	10	10
<b>Aspetos Gerais (20)</b>	O póster é apelativo visualmente. Não possui grandes quantidades de texto	4	4	3	4	2	2	4	4
	Linguagem clara e objetiva. Coerência entre as partes	4	4	3	4	4	2	3	3
	Processamento de informação tendo em conta o objetivo do trabalho, não revelando plágio	4	4	2	4	4	0	4	4
	Rigor científico e detalhe adequados ao objetivo do trabalho. Aspetos formais	6	3	3	4	3	1	2	3
	Bibliografia	4	3	4	4	4	0	0	4
<b>Subtotal</b>		100	86	51	87	87	58	84	85

Após o feedback todos os posters apresentaram uma melhoria significativa (Quadro 18).

Quadro 18

*Ponderação das classificações dos posters após feedback*

<b>Grupos</b>	<b>Póster (1.<sup>a</sup> entrega)</b>	<b>Póster revisto</b>	<b>Média póster</b>
<b>1</b>	86	98	92
<b>2</b>	51	71	61
<b>3</b>	87	92	89,5
<b>4</b>	87	98	92,5
<b>5</b>	58	73	65,5
<b>6</b>	84	92	88
<b>7</b>	85	88	86,5

Para além da componente teórica (50% - Apêndice 6.2), a avaliação do póster científico consistia, também, numa outra componente – a componente oral (50% - Apêndice 6.3). Na apresentação oral os alunos tiveram um desempenho bastante bom, no geral, tendo sido uma surpresa o desempenho dos alunos mais tímidos.

Durante a intervenção, os alunos realizaram um teste de avaliação sumativa e um teste prático (Apêndice 4), contado o primeiro 65% e o segundo 30% para a classificação final do período. Os 5% restantes dizem respeito às atitudes e valores. O teste de avaliação sumativa seguiu a estrutura do Exame Nacional de Biologia e Geologia, sendo assim constituído por 4 grupos – um relacionado com a formação das rochas sedimentares e os princípios estratigráficos, outro com os fósseis, outro com a vulcanologia e um de tectónica de placas. Ambos os grupos possuíam 2 questões de desenvolvimento, sendo todas as outras de resposta fechada. Existiam duas versões dos testes, que se diferenciavam apenas pela ordem das questões e das alíneas de escolha múltipla.

Os dois primeiros grupos tinham mais duas questões que os anteriores, por incidirem em matéria lecionada e ainda não avaliada, e, por isso, eram os grupos que mais valiam. Os grupos em que maior foi o sucesso dos alunos foi o grupo dos fósseis e da tectónica de placas, onde cerca de 89% e 93% dos alunos obtiveram metade da cotação, respetivamente. No grupo da vulcanologia cerca de 82% dos alunos obtiveram metade da cotação, sendo o grupo das rochas sedimentares e dos princípios estratigráficos o grupo onde menos alunos tiveram sucesso, cerca de 74%. No final, dos 27 alunos apenas 1 obteve nível negativo no teste, o que corresponde a

4%, sendo os restantes distribuídos pelos níveis suficiente, bom e muito bom (Figura 27).

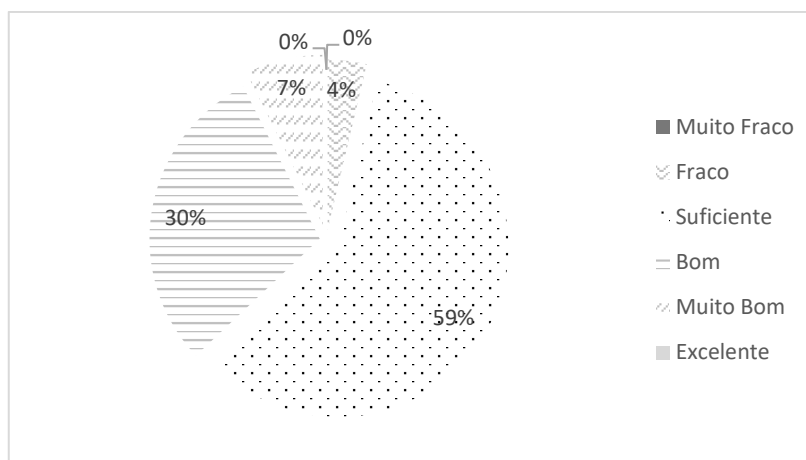


Figura 27. Classificações dos alunos (N=27) no teste de avaliação sumativa

O teste prático (Apêndice 4.4) foi realizado em duas aulas e tinha como temática a permeabilidade das areias. Na primeira aula foi apresentado aos alunos uma problemática (através de uma notícia) e com esta eles tinham que planear uma experiência que lhes permitisse responder ao problema apresentado. Na segunda aula, as experiências desenhadas pelos alunos foram discutidas e foi dado a todos um procedimento que tinham de executar e, por fim, elaborar um V de Gowin. A planificação da experiência (na primeira aula) valia 7 valores e a execução do trabalho laboratorial propriamente dito e a elaboração do V de Gowin (na segunda aula) valiam 13 valores.

Os alunos revelaram muitas dificuldades na planificação de uma experiência, quer na identificação das variáveis dependente e independente quer na planificação do procedimento. Apenas cerca de 55,6% alcançaram positiva nesta componente. Na realização do V de Gowin os alunos revelaram um melhor desempenho, sendo que cerca de 85% dos alunos alcançaram uma nota positiva. No total da avaliação prática 81% dos alunos (Figura 28) alcançou o sucesso.

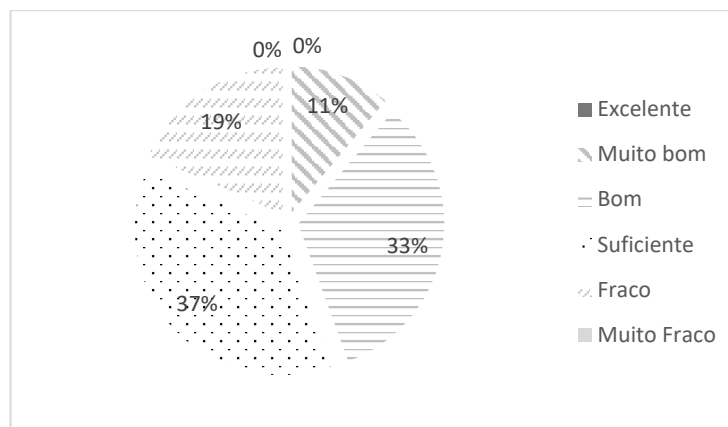


Figura 28. Classificação dos alunos (N=27) na avaliação do teste prático

As novelas gráficas pedagógicas foram sendo produzidas ao longo de toda a intervenção, uma vez que durante as atividades práticas os alunos registavam, por fotografia ou vídeo, os momentos de discussão da atividade. Porém, os alunos associavam o aspeto da Natureza da Ciência em questão apenas com a atividade que estavam a realizar e não com a Ciência em geral. Dessa forma, poucos optaram por colocar esses registos no trabalho final.

Para guiar os alunos na construção da novela gráfica pedagógica, foram apresentados aos alunos os tópicos (Apêndice 1.7) que deveriam constar nesse trabalho final. No geral o resultado das novelas gráficas pedagógicas (Quadro 19) foi positivo, não sendo possível retirar grandes conclusões acerca da evolução do pensamento dos alunos, uma vez que muitos utilizaram poucos registos realizados em aula.

Quadro 19

*CrITÉRIOS de análise das Novelas Gráficas Pedagógicas*

CrITÉRIOS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Registos da aula	S	N	S	S	S	S	N
Criatividade	N	S	S	N	S	S	N
Participação de todos os elementos do grupo	N	S	N	N	?	S	S
Abordagem de todos os tópicos	S	N	S	S	N	N	N
Discussão dos tópicos em causa	S	N	N	S	N	S	N
Erros ortográficos	N	N	S	N	S	N	N

As novelas gráficas pedagógicas (ngp) elaboradas pelos sete grupos de trabalho, para além, de serem bastante diferentes em termos gráficos, mostraram as diferentes opiniões de alguns grupos de alunos (Quadro 20).

Quadro 20

*Análise de conteúdo da novela gráfica pedagógica acerca da influência cultural na Ciência*

Questão	Categoria	Unidade de registo	Grupos
<b>Ciência universal vs. cultural</b>	Cultural - Diferentes opiniões	“Cada pessoa pode pensar de uma maneira diferente sobre vários temas, por isso é que há várias ciências que têm várias teorias para uma certa coisa e nenhuma está comprovada.”	1
	Universal – Aplica-se a todos	“a ciência procura sair do campo das percepções, dos nossos erros sensoriais e utilizar máquinas extremamente precisas e consistentes para criar um conhecimento que se aplica a toda a gente e toda a gente pode testar.”	
	NR	-	2
	Cultural - Necessidades	“Stephen Hawking: A influência da sociedade, em certos aspetos, é um fator crucial na construção da ciência. Em cada geração é investigado cientificamente o que, naquela época, é mais relevante, como é o caso das pesquisas atuais do cancro ou da Peste Negra há uns anos atrás.”	3
	Universal – avanço da tecnologia	“eu penso será que a tecnologia é capaz de superar as culturas de cada país, eu acho que esses aspetos todos são aceites, mas acho que também parte muito do ponto de vista.”	4
	Cultural - Diferentes opiniões	“E esta é simultaneamente influenciada por toda a sociedade assim como pela maneira como as pessoas pensam!”	5
	Cultural – Diferentes opiniões	“Eu acho que é desta forma que existe uma certa subjetividade em relação a diversas teorias e diversos cientistas, porque eu acho que dependendo dessas mesmas vivências e formas de pensar do cientista, acho que se acaba por existir várias formas de pensamento que de certa forma se complementam umas às outras.”	6
	Universal - Avanço da Tecnologia	“a tecnologia ajuda a desenvolver e também a ganhar novos métodos de trabalho”	7

Para além das diferentes opiniões manifestadas pelos grupos de trabalho, existiram algumas discussões entre os elementos do grupo. Tal pode ser comprovado no excerto apresentado de uma discussão de um dos grupos de trabalho:

“M: Eu estava pensar sobre isso e eu concordo contigo na medida em que acho que sim que estes aspetos culturais e geográficos influenciam a ciência, contudo, eu acho que neste momento a tecnologia avançou tanto que muitos cientistas falam entre si e partilham opiniões que têm até chegar, muitas vezes, a um consenso, ou seja, apesar de influenciar e de cada um ter uma opinião diferente com base na sua cultura ou localização, acho que duas teorias diferentes



conseguem coexistir ao mesmo tempo, visto que os cientistas podem chegar a um consenso.

MI: Sim, eu concordo contigo, mas às vezes, eu penso será que a tecnologia é capaz de superar as culturas de cada país, eu acho que esses aspetos todos são aceites, mas acho que também parte muito do ponto de vista. Acho que não é só apenas a cultura que eles se baseiam, os cientistas têm que se fechar um bocadinho da cultura para poder realmente aprofundar a ciência, porque se eles se focarem na cultura acho que ninguém vai ter um fio condutor.

L: Até porque muitas vezes eles têm que se fechar um bocadinho e que se abstrair um bocadinho do mundo e dos seus próprios valores também para conseguirem chegar a um consenso.”

(Discussão entre os elementos do grupo de trabalho 4, ngp)

A influência da criatividade e da imaginação na construção do conhecimento científico (Quadro 21) foi considerada importante por todos os grupos de trabalho, apesar de os mesmos apresentarem diferentes razões.

Quadro 21

*Análise de conteúdo da novela gráfica pedagógica acerca da influência da criatividade e da imaginação na construção do conhecimento científico*

Questão	Categoria	Unidade de registo	Grupos
<b>Criatividade e imaginação</b>	Sim - Erros	“toda a gente sabe que na ciência arriscar é cometer erros, ter criatividade para fazer experiências que não podem dar em nada ou podem dar e fazer várias tentativas da mesma coisa para chegar a algum lado.”	1
	Sim – criação de métodos	Criação de métodos	2
	Sim – Ultrapassar limites do conhecimento	“Albert Einstein: A imaginação e a criatividade permitem-nos ultrapassar os limites do conhecimento e da compreensão atual. De forma a contribuir para um maior entendimento do que nos rodeia.”	3
	Sim – justificar ideias	“Para justificar as suas próprias ideias!”	4
	Sim - dúvidas	“A verdade é que é a nossa imaginação que nos leva a viajar por entre todas as dúvidas que suscitem no estudo científico.”	5
	Sim – tentativa erro	“precisamos sempre de se calhar ir por uma exclusão de partes e para isso precisamos de “ok, isto não pode ser porque” ou “isto será possível? Não, porque”...”	6
	Sim – criação de teorias	“Sim, sim, claro, para a criação de teorias e tudo o mais.”	7

#### **1.4. Entrevista à professora cooperante**

A entrevista à professora cooperante (e) (guião da entrevista no Apêndice 3.4) teve como objetivos perceber qual a opinião da mesma face à abordagem da Natureza da Ciência e à integração das novas tecnologias no ensino das Ciências. Para além disso e como elemento detentor de maiores conhecimentos dos alunos da turma, perceber também como percecionou a reação dos alunos às estratégias implementadas.

Para a professora, “Natureza da Ciência é o que é a Ciência”, “quer em termos metodológicos, o que é que a caracteriza internamente, o que é que a distingue de outros tipos de conhecimento”, quer “com todas as dimensões (...) inerentes ao próprio cientista, as suas características de pensamento, as suas características emocionais, até mesmo de personalidade e também uma perceção um pouco mais ampla de como é que a Ciência é de facto construída em termos das relações entre os cientistas e as relações entre os cientistas e a sociedade”.

“Desde muito cedo, desde estagiária que tenho a ideia de que o que é a ciência deve ser ensinado, porque é tão importante é eles adquirirem conhecimento científico como serem inseridos numa cultura científica”, esta é a opinião da professora face à abordagem dos aspetos da Natureza da Ciência em sala de aula. Porém a mesma assume que atualmente existem algumas dificuldades em fazê-lo (Quadro 22).

*Análise de conteúdo da entrevista à professora cooperante acerca das dificuldades consideradas pela mesma na abordagem dos aspetos da Natureza da Ciência (e)*

Questão	Categoria	Unidades de registo
<b>Dificuldades na abordagem dos aspetos Natureza da Ciência</b>	Ano Letivo	“com estas turmas, que estão num ano em que têm exame”
	Caraterísticas dos alunos	“quando sentem que algo não é matéria desprezam e dispersam”
		“hoje em dia os jovens estão muito programados para o sucesso”
		“não notar o entusiasmo do lado dos alunos”
	Caraterísticas do professor	“Se calhar nós fazemos atividades cada vez menos interessantes e os alunos interessam-se cada vez menos”
		“a valorização que o professor dá a esse assunto”
	Formação do professor	“A formação é um”
	Currículo	“a velha história da extensão dos programas”

Quanto à abordagem dos aspetos em sala de aula, a professora considera que “depende do aspeto da Natureza da Ciência que estiver a ser abordado e que esteja a ser objetivado. Por exemplo, se forem questões metodológicas através das aulas práticas ou através de análise de casos de estudo”, se forem outros aspetos, como questões sócio-científicas, por exemplo através da “análise de uma notícia de jornal”.

Face à integração das novas tecnologias no ensino, em geral, das ciências, em particular, a professora considera que “Vai ter que passar por aí”, porém de forma diferente do que tem sido feito até então, pois “O conteúdo é o mesmo só que muda é a roupagem, porque antes era acetato e agora é projetor, mas qual é a diferença? É expositivo na mesma! Temos aulas com o apoio do powerpoint do princípio ao fim”. Para alterar este tipo de integração, a professora afirma que “é dilemático”. Por um lado, afirma não saber “até que ponto é que esta onda do instantâneo e do acesso à informação rápida é benéfica em termos das tais competências científicas, porque Ciência implica um enorme esforço e a capacidade de resistir à frustração”, por outro “as aulas clássicas, do tipo magistral, para eles [alunos] é um bocejo do princípio ao fim”.

Relativamente à estratégia implementada, nomeadamente, as novelas gráficas pedagógicas, a professora confessa que, no seu ponto de vista, os alunos “Reagiram

bem”, uma vez que a estratégia “foi bem introduzida, foi bem delineada, porque sempre que se dava um assunto havia uma pergunta que dizia respeito a uma questão da Natureza da Ciência e isso fez com que a Natureza da Ciência se transformasse, se tornasse algo transversal ao longo de toda a unidade de ensino. E isso foi bom!”. Quanto às novelas, propriamente ditas, o que se pretendia tornar os aspetos da Natureza da Ciência como transversais “acabou por se transformar num questionário questão resposta, quando daquilo que eu li sobre novelas gráficas era como se fosse um cartoon digital, contar uma história, então aí se calhar cada pergunta podia dar o quadradinho da história”, sugere a professora. Por último a professora conclui que “O terem construído um vídeo, terem respondido a um conjunto de questões sobre a Natureza da Ciência, primeiro responderam às questões e depois transformaram isso num suporte que possa ser divulgado e onde possam ter criatividade, só isso já é bom.”.

## **2. Análise e Discussão dos Resultados**

O principal objetivo deste trabalho foi perceber “De que forma as novelas gráficas pedagógicas podem contribuir para a compreensão de aspetos da natureza da ciência, no contexto da realização de atividades práticas, na abordagem do tema «A preservação do registo da evolução biológica», na disciplina de Biologia e Geologia, com alunos do 11.º ano de escolaridade?”. Os dados recolhidos ao longo da intervenção possibilitaram responder a um conjunto de questões orientadoras que serão apresentadas e discutidas de seguida.

### **2.1. Quais as competências que os alunos desenvolvem com a realização de atividades práticas?**

Com as atividades práticas aplicadas durante a intervenção pretendia-se potenciar o desenvolvimento de competências diversas nos alunos a nível concetual, procedimental, atitudinal e de linguagem. Todas as competências mencionadas no Apêndice 1.8 foram trabalhadas e adquiridas, ainda que de forma diferente pelos diferentes grupos de alunos.

O conhecimento substantivo esteve presente em todas as atividades. A apropriação dos conhecimentos por parte dos alunos foi verificada durante a realização das fichas de trabalho e durante a discussão das mesmas, para além das discussões feitas no primeiro momento das aulas, em que era feita uma revisão dos conteúdos abordados na aula anterior. Ao longo das atividades alguns alunos iam mostrando que conseguiam relacionar os diversos conteúdos abordados em aulas. Porém, essa relação entre os conteúdos não era de fácil compreensão para todos os alunos e, apesar de tentar assegurar-me que todos compreendiam essa relação, penso que tal poderia ter sido melhorado se houvesse uma maior discussão das fichas de trabalho realizadas.

Apesar de a maioria dos alunos se queixarem, por diversas vezes, das fichas de trabalho, como diz um dos alunos “As aulas eram interessantes, mas acho que fizemos demasiadas fichas de trabalho” (qo, N), considero que com a realização das mesmas os alunos focavam a sua atenção nos conteúdos abordados. Até porque alguns dos alunos consideraram que as “atividades captam a atenção” (qo, G), “as atividades realizadas foram bastante importantes” (qo, W).

Ao nível do conhecimento processual, os alunos desenvolveram diversas competências, principalmente durante as atividades 4, 6 e 7, em que os mesmos tinham de pensar num problema tendo em conta o contexto fornecido e tinham de desenhar a sua investigação com vista a dar resposta ao seu problema, para posteriormente recolherem dados e divulgá-los à restante turma.

O conhecimento epistemológico esteve presente em todas as atividades, até porque alguns dos aspetos da Natureza da Ciência são o grande foco desta investigação. Dessa feita, em todas as atividades os alunos respondiam a uma questão relacionada com um dos aspetos da Natureza da Ciência e no final construíram a novela gráfica pedagógica sobre a mesma temática. No entanto, as respostas às questões durante as atividades mostravam que os alunos não conseguiam fazer a ligação da temática à Ciência no geral, e apenas o faziam com a atividade que estavam a desenvolver (Figura 29).

9) Existem alguns cientistas que se encontram céticos, ~~relativa~~ relativamente a esta descoberta, pois há problemas com a datação destes fósseis e ~~assim sendo~~ portanto é impossível avaliar a importância desta descoberta.

“Existem alguns cientistas que se encontram céticos, relativamente a esta descoberta, pois há problemas com a datação destes fósseis e portanto é impossível avaliar a importância desta descoberta.” (ft1, 5)

1) O ceticismo desses cientistas é justificado porque não se sabe a idade dos fósseis logo não se sabe o período em que habitavam a terra o que leva a não sabermos se são nossos antecessores diretos ou se fazem parte de outro ramo da árvore genealógica.

“O ceticismo desses cientistas é justificado porque não se sabe a idade dos fósseis logo não se sabe o período em que habitavam a terra o que leva a não sabermos se são nossos antecessores diretos ou se fazem parte de outro ramo da árvore genealógica.” (ft1, 3)

Figura 29. Respostas de dois grupos acerca do ceticismo dos cientistas

E por esse motivo a construção das novelas gráficas pedagógicas sofreu algumas alterações. Cerca de 44% dos alunos não consideraram esta estratégia como importante para a sua aprendizagem, o que poderá estar relacionado com o facto de “quando sentem que algo não é matéria desprezam e dispersam e, portanto, torna-se muito difícil prender o aluno, ainda que estes assuntos possam servir para motivar” (e), tal como refere a professora cooperante na entrevista realizada. Importa ainda salientar que os alunos apresentaram várias sugestões para a implementação desta atividade, o que poderá justificar a elevada percentagem de alunos que não consideraram a estratégia como importante para a sua aprendizagem. De todas as sugestões apontadas pelos alunos (Figura 23) destacam-se o tempo fornecido para a realização da tarefa, que apesar de ter sido o mesmo da intervenção, não foi aproveitado pelos alunos da melhor forma que deixaram a realização da tarefa para a data de entrega; e a explicitação do objetivo da mesma, o que foi tido em conta e que será melhorado futuramente.

Ao nível da linguagem os alunos foram desenvolvendo várias competências, por escrito os alunos foram recebendo feedback quer do produzido nas fichas de trabalho, quer no teste de avaliação sumativa. No que respeita à oralidade, para além

das diversas discussões estimuladas, não só acerca dos aspetos da Natureza da Ciência, mas, também, acerca dos conteúdos abordados em aula, os alunos tiveram oportunidade de apresentar à turma um póster científico resultante da saída de campo realizada.

As boas atitudes foram algo existente em toda a turma ao longo de todo o ano letivo. Os alunos mostraram curiosidade, respeito pelos colegas e pela troca de ideias, bem como capacidades de entreajuda. Houve apenas uma exceção com uma aluna que mostrou algum desagrado em trabalhar com os seus colegas de grupo. No final ao serem questionados sobre o trabalho de grupo, 22% dos alunos não atribuíram importância a este trabalho em equipa para a sua aprendizagem. Tal prendeu-se a meu ver com a personalidade dos alunos e com as relações que os mesmos estabeleciam entre si. Alguns alunos durante o decorrer do trabalho mostraram vontade por trabalharem em grupo com outros colegas e outros alunos queixavam-se, ainda que em “modo brincadeira” da falta de disponibilidade e empenho de alguns colegas do grupo. Apesar disso, o produto final foi produtivo e os alunos beneficiaram das qualidades de trabalho uns dos outros.

## **2.2. Que aspetos da natureza da ciência são valorizados pelos alunos ao longo da realização de atividades práticas?**

Ao longo das diversas atividades práticas desenvolvidas, os alunos foram sendo incentivados a discutir e responder a algumas questões relacionadas com diversos aspetos da Natureza da Ciência, mais precisamente a subjetividade, a natureza das teorias científicas, as influências sociais e culturais e da imaginação e criatividade na produção de conhecimento científico e a natureza empírica do conhecimento científico. Em cada uma das atividades havia uma questão referente a um desses aspetos que levava a que, em grupo, os alunos discutissem, de forma a chegarem a uma opinião e responderem à questão. Contudo, os alunos não conseguiam extrapolar esses aspetos da ligação com a atividade em si.

Relativamente aos pré (q1) e pós questionários (q2) aplicados apesar de as questões incidirem nos mesmos tópicos, algumas delas foram interpretadas pelos

alunos de forma diferente nos dois questionários, o que levou a que nem todas as questões permitissem estabelecer uma evolução no pensamento dos alunos. Dessa forma foram analisados cinco tópicos: a noção de Ciência, as alterações no conhecimento científico, a controvérsia, a influência da criatividade e da imaginação e a influência ou não da sociedade. Esses foram, também, os tópicos mais valorizados pelos alunos ao longo de toda a intervenção.

No que diz respeito à noção de Ciência, inicialmente os alunos, na sua maioria, consideravam que a Ciência tinha uma dimensão instrumental, isto é, viam a Ciência como um meio para resolver problemas – “pretende explicar o porquê e o como das coisas” (q.1, B). Porém, no pós-questionário (q2), os alunos passaram a considerar a Ciência com uma dimensão de arquivo e metodológica, isto é, a Ciência como um conhecimento organizado – “É a partir desta que obtemos milhares de conhecimentos e se não fosse esse meio tão grande, muitas coisas não eram conhecidas.” (q2, A) – e metodológico – “a Ciência movimenta-se por tentativa/erro e tenta sempre chegar àquilo que faz mais sentido e que é mais lógico.”(q2, D).

Tendo em conta as alterações que ocorrem nas teorias científicas ao longo do tempo, os pontos de vista dos alunos sofreram algumas alterações do pré para o pós questionário. De todos os alunos um deles não respondeu ao pré-questionário, contudo, todos responderam ao pós-questionário. Se no primeiro consideraram o desenvolvimento das novas tecnologias e a descoberta de novos dados – “À medida que o tempo avança também a tecnologia e novos conhecimentos científicos são descobertas que se podem aplicar noutros” (q1, B) –, no segundo imperou a existência de erros – “a Ciência movimenta-se e avança sempre por tentativa e erro de tal modo que, mesmo que muitas vezes não se possa chegar a um consenso” (q2, D). Para além disso, muitos dos alunos no pré-questionário não conseguiram responder sem recorrer a exemplos ilustrativos da sua ideia para explicar o que pretendiam, o que já não se passou no pós-questionário.

A influência da criatividade e da imaginação foi considerada importante na produção do conhecimento científico dos alunos, em ambos os questionários, não existindo uma grande diferença de opinião neste tópico.

A controvérsia existente entre os cientistas também foi outro tópico alvo de discussão, porém neste se no pré questionário as ideias dos alunos, na sua maioria,



diziam respeito a diferentes opiniões e diferentes conhecimentos – “cada um desenvolve a sua própria ideia.” (q1, A). Já no pós-questionário foi a existência de diferentes conhecimentos – “faz com que os cientistas se debatam sobre as respectivas teorias ou hipóteses que cada um apresenta e ajuda-os a chegar mais próximo da verdade” (q2, D) – entre os cientistas a principal razão apontada para a controvérsia presente na Ciência. O estranho nesta evolução do pré para o pós questionário foi o facto de um dos alunos não ter respondido à questão.

O mesmo se passou com a influência da sociedade/cultura na produção do conhecimento científico, um dos alunos não respondeu à questão no pós-questionário. Visto esta ser a última questão do mesmo, tal pode ter-se devido ao facto de o mesmo ter sido preenchido no final da aula e o aluno considerar não ter tempo para responder à questão. Este é o tópico com uma maior divergência na opinião dos alunos. No pré-questionário, cerca de metade das respostas refletia que não havia influência da cultura na Ciência, sendo esta Universal – “A Ciência é universal no sentido que é aplicada em todas as sociedades, e não é feita com base em valores sociais e culturais, se não, a Ciência seria diferente em cada parte do mundo.” (q1, I) –, e cerca de outra metade consideravam que a Ciência era influenciada pela cultura – “Porque cada sociedade ou cultura tem um modo de pensar diferente.” (q1, L). Por outro lado, no pós-questionário a maioria dos alunos considerou que a Ciência é influenciada pela cultura, até porque “o conjunto de crenças e hábitos de uma comunidade científica influencia as suas decisões e assim a Ciência.” (q2, B).

A valorização feita pelos alunos aos aspetos relacionados com a Natureza da Ciência irá, em grande parte, depender da posição do professor relativamente ao tema. Tal como referiu a professora cooperante na entrevista “a influência da formação inicial é forte” (e), até porque se os professores não valorizarem o assunto “não valorizam nem conseguem desenvolver esse tipo de ensino” (e). Sendo que é essa mesma formação inicial que vai influenciar os aspetos que os professores consideram mais valiosos para abordar em sala de aula.

No meu ponto de vista, a valorização dos aspetos por parte dos alunos poderia ter sido diferente se tivesse sido feita uma maior discussão em sala de aula desses mesmos aspetos, o que não se proporcionou, por falta de tempo. Porém a

subjetividade em Ciência foi um aspeto discutido em aula, o que se manifestou nos alunos durante a realização de algumas atividades e na discussão de alguns assuntos, como se pode ver no seguinte excerto de uma das novelas gráficas pedagógicas produzidas.

“L: Eu acho que uma coisa que acontece muito hoje em dia, quer dizer em tudo porque é impossível não acontecer, é a subjetividade que um cientista põe no seu próprio ponto de vista, ou seja, eles pensam muito com base nos seus valores, o que é normal, toda a gente o faz, porque não consegues pensar sem teres valores que te foram inseridos, portanto a subjetividade tem um papel muito, não é um papel, se calhar a refutação e o confronto de ideias que depois há na ciência para depois possivelmente se chegar a um consenso. Portanto a subjetividade acaba por ter um papel muito importante.

M: Disseste que a subjetividade era importante na medida em que ela vai influenciar a ciência, mas será que ela o deverá fazer?

Não. Os cientistas devem ser objetivos.

L: Devem ser objetivos, mas imagina tu muitas vezes é com o teu próprio ponto de vista e a tua forma de pensar, portanto com a tua subjetividade que vais confrontar ideias que depois, imagina um cientista tem uma ideia e só porque ele é o cientista mais conhecido essa ideia vai ser aceite, mas tu tens outro ponto de vista, por causa da tua subjetividade e por causa das provas que te são apresentadas de maneira diferente e afinal o que viu as provas de uma maneira diferente é que está certo, foi a subjetividade dele que o influenciou. Por isso a subjetividade é mesmo importante. Acaba por ter um papel importante.”

(Discussão entre os elementos do grupo de trabalho 4, ngp)

### **2.3. Quais as competências que os alunos desenvolvem com as novelas gráficas pedagógicas?**

As novelas gráficas pedagógicas desenvolveram nos alunos vários tipos de competências, nomeadamente ao nível do conhecimento procedimental, epistemológico, da linguagem e das atitudes (Apêndice 1.8).

O conhecimento epistemológico foi desenvolvido desde o momento em que os alunos realizaram o pré-questionário, pois o mesmo fez com que os alunos pensassem acerca de alguns dos aspetos da Natureza da Ciência. Após esta aplicação, em todas as atividades que desenvolveram os alunos tinham sempre uma questão relacionada com estes aspetos para que, em grupo de trabalho, os discutissem. Todas estas atividades requeriam um registo, fotográfico ou em filme, das atividades. Por

último, quer em termos individuais através do pós-questionário, quer em termos coletivos através da construção das novelas gráficas pedagógicas, os alunos foram levados a pensar sobre esses mesmos aspetos. Quando os alunos foram questionados sobre o contributo desta atividade para a compreensão de alguns dos aspetos da Natureza da Ciência, 81% dos alunos consideraram que tal tinha acontecido.

Porém, os alunos não viram esta atividade como importante para a sua aprendizagem (44% dos alunos). Para além disso, 33% dos alunos não consideraram que a atividade lhes ajudou a refletir sobre o que aprenderam e 27% que a atividade não os ajudou a refletir sobre como aprenderam. Tal pode dever-se, por um lado, ao facto de os alunos considerarem apenas importantes para as suas aprendizagens os conteúdos alvos de avaliação, o que não aconteceu com esta atividade, como referem nas sugestões apontadas à atividade que a mesma deveria “contar para a nota”. Por outro lado, os alunos não mostraram facilidade em relacionar as várias aprendizagens. Tal foi possível constatar uma vez que alguns dos aspetos da Natureza da Ciência foram abordados na disciplina de Filosofia e a maioria dos alunos não os conseguiu transpor para as discussões que decorriam nas aulas de Biologia e Geologia.

Ao nível do conhecimento procedimental as novelas permitiram que os alunos utilizassem diferentes formas de comunicação oral e escrita. Inicialmente pela realização das fichas de trabalho, e posteriormente pelas discussões realizadas em aula pela novela gráfica pedagógica construída no final da intervenção. Estas diferentes formas de comunicação permitiam desenvolver nos alunos diversas competências ao nível da linguagem.

As novelas gráficas pedagógicas, com as discussões que promoviam entre os alunos, permitiam que os alunos fossem flexíveis perante os pontos de vista dos seus colegas, respeitando-os. Além de que essas atividades desenvolviam nos alunos valores e atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.

Perante a possibilidade de alterações ao processo da construção das novelas gráficas pedagógicas, 21 dos 27 alunos sugeriram diversas alterações ao processo. Dessas alterações nem todas se relacionavam com a ação da professora, mas daquelas em que a professora poderia intervir salientam-se a explicitação do objetivo da atividade e o tempo dado para a elaboração da tarefa. Apesar deste último ser do

controlo do professor, considero que muito desse tempo foi mal gerido, por parte dos alunos, que foram deixando a tarefa para ser realizada até à data limite de entrega.

Contudo, apesar das opiniões dos alunos, os produtos finais elaborados – novelas gráficas pedagógicas – foram surpreendentes pela positiva, e com perspetivas bastante diferentes.

#### **2.4. Quais as principais dificuldades que os alunos apresentam ao produzir as novelas gráficas pedagógicas?**

As principais dificuldades apontadas pelos alunos relacionam-se com a generalização dos aspetos da Natureza da Ciência e a discussão desses mesmos aspetos. Tal poderá dever-se ao facto de os alunos não estarem muito familiarizados com a discussão destes aspetos da Ciência na disciplina de Biologia em Geologia e quando o fazem nem se apercebem que o estão a fazer e posteriormente não conseguem fazer associações. Um dos alunos chega mesmo a referir que “Acho que são temas interessantes para abrir a mente, mas não são essenciais para a aprendizagem da disciplina.” (qo, C). Tal vai ao encontro do que referiu a professora cooperante na entrevista realizada quando diz que “Eu noto nos meus alunos, pelo menos a maior parte deles, não se pode generalizar, quando sentem que algo não é matéria desprezam e dispersam e, portanto, torna-se muito difícil prender o aluno, ainda que estes assuntos possam servir para motivar.” (e).

Para além disso, foi notório esta opinião dos alunos, uma vez que alguns deles mencionaram nas sugestões a realizar à atividade que a mesma deveria “contar para a nota para os grupos se empenharem mais.” (qo, U), o que corrobora a opinião da professora cooperante quando diz que “a verdade é que hoje em dia os jovens estão muito programados para o sucesso, para aquilo que necessitam estritamente que fazer para obter o prémio, que é a classificação final.” (e).

Ao longo da intervenção os alunos receberam o feedback das respostas dadas acerca dos aspetos em discussão, e, nesse mesmo feedback, eram advertidos para generalizarem as situações apresentadas e não se focarem apenas na perspetiva da atividade apresentada. Contudo, tal dificuldade manteve-se até ao fim da intervenção. Porém, no que respeita à discussão dos aspetos esta foi sendo melhorada

gradualmente, sendo o produto final apresentado – novelas gráficas pedagógicas – bastante interessantes e com discussões entre os elementos dos grupos bastante melhoradas face ao início.

Outra das dificuldades apresentadas foi o trabalho com a plataforma OneNote. Apesar de ter sido feita uma introdução à plataforma, os alunos mostraram alguma resistência à mesma, passando a ser o email a grande plataforma de troca de informações entre os alunos e a professora. Importa ainda salientar que a plataforma se mostrou ineficaz, uma vez que os alunos não sentiam segurança com a mesma e, gradualmente, foram substituindo a mesma pelo email.

Relativamente à construção das novelas em si – produção e edição dos vídeos – os alunos não mostraram qualquer tipo de dificuldades, fazendo esse trabalho de forma autónoma. Apesar disso foram sempre trocadas dúvidas quer no início ou final de cada aula, quer via email.

Outra das grandes dificuldades apontadas pelos alunos foi a organização do grupo. Inicialmente os alunos não colocavam logo os registos das atividades na plataforma, até que foi decidido pela professora estabelecer datas limites para a submissão dos registos. Após ultrapassada esta dificuldade e tendo em conta a grande dificuldade dos alunos em generalizar os aspetos da Natureza da Ciência a novela não pôde ser feita apenas com base nos registos feitos ao longo da intervenção, pelo que o plano foi minimamente alterado e foi fornecido aos alunos um guião (Apêndice 1.7), para os orientar minimamente.

Mesmo com as datas estabelecidas, os alunos foram deixando a elaboração da novela até próximo da data de entrega, o que foi um motivo de grande preocupação. Talvez por considerarem que não se relacionava com a disciplina (uma das sugestões dos alunos face à atividade “Relacioná-lo com a disciplina em si.” – qo,  $\pi$ ). Na semana anterior à data de entrega do trabalho os alunos foram questionados acerca do trabalho que já tinham desenvolvido e do objetivo da atividade e perante as questões levantadas os alunos não conseguiram responder, apesar de toda a questão relacionada com a novela ter sido explicitada na primeira aula da intervenção, penso que era algo que deveria de ter sido referido mais vezes. Por esse motivo, alguns alunos mencionaram nas sugestões a alterações na atividade ter sido fornecida “Talvez um pouco mais de informação sobre o objetivo” (qo, I), outros chegaram

mesmo a afirmar “Achei que o objetivo deveria ter sido explicito de forma mais clara, porque uma semana antes do prazo de entrega tivemos de mudar o trabalho todo.” (qo, R).

Contudo, apesar de todas as dificuldades sentidas pelos alunos, no final alguns deles consideraram que a atividade os ajudou “a compreender alguns aspetos relacionados com a Natureza da Ciência.” (qo, T).

## **Capítulo VI – Considerações Finais**

Neste capítulo apresentam-se as conclusões gerais do estudo, bem como algumas considerações finais acerca da sua importância futura. Para além disso, é apresentada uma análise reflexiva da docente face à intervenção.

Primeiramente, importa referir que as conclusões do estudo não podem ser generalizadas, uma vez que o mesmo apresenta algumas limitações. Por um lado, a população utilizada na investigação foi reduzida e o tempo em que o estudo se desenrolou foi bastante curto. Tal fez com que os alunos realizassem as atividades planeadas num tempo curto e pouco flexível, o que poderá ter condicionado os resultados. Por outro lado, o facto de a professora e a investigadora serem a mesma pessoa dificulta tanto as observações como a recolha de dados.

Apesar de tudo, podem ser retiradas conclusões para a população em estudo, bem como responder às questões orientadoras da investigação.

### **1. Conclusões**

O presente estudo tinha como principal objetivo perceber como as novelas gráficas pedagógicas podem contribuir para a compreensão de aspetos da natureza da ciência, no contexto da realização de atividades práticas, na abordagem do tema «A preservação do registo da evolução biológica».

Para tal, foram desenvolvidas e implementadas diversas atividades práticas. Foram aplicados vários questionários (pré e pós implementação da estratégia e de heteroavaliação), foram produzidos vários documentos pelos alunos (fichas de trabalho, póster científico e novelas gráficas pedagógicas) e foi realizada uma entrevista à professora cooperante de forma a perceber o impacto das estratégias implementadas na aprendizagem dos alunos. Para além disso, a observação direta e participante da professora ajudou também a perceber esse impacto.

A primeira das conclusões diz respeito à resposta à questão “Quais as competências que os alunos desenvolvem com a realização de atividades práticas?”. Todas as atividades desenvolvidas, incluindo, as novelas gráficas pedagógicas, para além de terem o objetivo de estimular a discussão acerca de alguns aspetos da

Natureza da Ciência, permitiram que os alunos desenvolvessem competências de vários níveis – concetual, procedimental, atitudinal e de linguagem (científica e de comunicação em geral). Essas competências foram sendo desenvolvidas ao longo de toda a intervenção e, apesar de serem implementadas de igual forma para todos os alunos, foram adquiridas por estes de formas diferentes. Tal deve-se à personalidade de cada aluno da turma e ao ponto de partida em que se encontravam. Essas competências integram os currículos escolares em Portugal (Galvão, 2001 e Martins, 2006), sendo fundamentais para que os alunos sejam capazes de compreender o que se passa no mundo que os rodeia e de resolver problemas do mesmo, desenvolvendo a sua literacia científica.

A segunda questão orientadora (“Que aspetos da natureza da ciência são valorizados pelos alunos ao longo da realização de atividades práticas?”) permitiu perceber que a valorização feita pelos alunos dos aspetos relacionados com a Natureza da Ciência é diferente de aluno para aluno e depende da posição da professora relativamente ao tema, isto é, depende do ênfase e da abordagem feita pela professora a esses aspetos. Dos temas em que foi dedicado um maior tempo de discussão foram a subjetividade em Ciência e a evolução do conhecimento científico e eram estes que os alunos mais mencionavam quando se discutia a construção do conhecimento científico. No geral, a posição dos professores face a estes aspetos está em muito relacionada com a sua formação inicial.

Como mostram os resultados, cerca de metade dos alunos não consideraram os aspetos da Natureza da Ciência como importantes para a sua aprendizagem talvez por não ter sido feita uma grande discussão em sala de aula com os alunos e por estes apenas considerarem como importantes os conteúdos que são alvo de avaliação. No meu ponto de vista, tal poderia ser colmatado se fosse dedicado mais tempo em aula para abordar com os alunos estes aspetos, até mesmo realizando debates com toda a turma, para que os alunos percebam a importância destes tópicos na aprendizagem da Ciência. Apesar do tempo de discussão em aula não ter sido muito, os alunos envolveram-se nas atividades e mostraram-se capazes de refletir e discutir acerca de determinados aspetos da Natureza da Ciência, mais precisamente com as novelas gráficas pedagógicas. Estas, provavelmente, por terem sido a atividade final, permitiram que os alunos já tivessem pensado nos assuntos e discutido uns com os



outros, o que fez com que aquando da realização da atividade já possuíssem alguns argumentos para defender a sua posição.

Apesar disso, alguns alunos (cerca de 30 %) consideraram que a atividade não os ajudou a refletir nem sobre o que aprenderam nem como aprenderam. Tal poderia ser colmatado se os alunos tivessem considerado estes aspetos importantes para a sua aprendizagem e olhassem para a atividade final como uma forma de perceberem o que aprenderam e como aprenderam, uma vez que esta pretendia que os alunos pensassem e refletissem sobre todas as atividades desenvolvidas ao longo da intervenção. Porém o facto de terem deixado a realização da novela para perto da data de entrega fez com que não dedicassem à mesma o tempo devido. Os alunos sugeriram algumas alterações à implementação da novela, das quais se destacam a explicitação do objetivo da atividade, o tempo dado para a elaboração da tarefa e o tempo de discussão em aula sobre os aspetos abordados. No meu ponto de vista, estes são dois importantes fatores a ter em conta na futura realização da atividade.

As principais dificuldades que os alunos apresentaram ao produzir as novelas gráficas pedagógicas podem, também, ter influenciado o facto de alguns alunos considerarem que a atividade não os ajudou a refletir nem sobre o que aprenderam nem como aprenderam. A principal dificuldade manifestada pelos alunos foi a generalização dos aspetos da Natureza da Ciência. Sempre que era proposto a discussão um dos aspetos da Natureza da Ciência nalguma atividade, os alunos remetiam o aspeto em análise para a atividade que desenvolviam e não mostravam a capacidade de analisar esse aspeto como um aspeto transversal à Ciência. Para além desta dificuldade, os alunos mostraram alguma resistência ao trabalharem com uma plataforma diferente das que estavam habituados, optando pela segurança do email de turma. O trabalho em grupo, nomeadamente a organização do mesmo foi outra das dificuldades sentidas pelos alunos. Um dos elementos de um grupo chegou mesmo a manifestar vontade de trabalhar sozinha, pois não estava a resultar o trabalho em grupo. Depois de conversar com todos os elementos do grupo foi dada outra oportunidade e o trabalho foi realizado em grupo e com sucesso. Importa ainda salientar outra das vantagens do trabalho em grupo que foi notória ao longo da intervenção – a integração de todos os alunos da turma. Inicialmente, alguns alunos da turma não se mostravam integrados na mesma, todavia à medida que foram realizando as atividades propostas esses mesmos alunos mostravam-se

entusiasmados por trabalhar com os colegas, sendo que toda a turma chegou a ficar na sala na hora do intervalo e não mostravam qualquer vontade em sair. À medida que o tempo passava, a turma mostrava-se cada vez mais unida, o que foi bastante evidente com a realização da saída de campo.

Todos os aspetos atrás mencionados são orientações que permitem encontrar respostas ao principal foco da investigação – o contributo das novelas gráficas pedagógicas para compreensão de aspetos da natureza da Ciência.

Não se pode ignorar o facto de que hoje em dia os alunos são chamados nativos digitais, e, por isso, a integração das tecnologias nas aulas foi uma das estratégias que a professora decidiu adotar, para aumentar a motivação dos alunos, melhorar a sua forma de trabalhar em grupo, em, consequentemente o seu rendimento escolar (Melo, 2011). Dessa feita a implementação das novelas gráficas pedagógicas foi a ferramenta escolhida para estimular os alunos a refletirem e a discutirem sobre aspetos tão importantes na construção do conhecimento científico. Quando a tarefa foi apresentada os alunos “estranharam” a utilização do telemóvel e todo o processo que teriam de desenvolver. Apesar da agitação com os registos fotográficos efetuados na primeira aula, com o passar do tempo, tornou-se parte da rotina dos alunos fotografarem e filmarem as atividades que desenvolviam em aula. Em nada esta utilização do telemóvel levou à indisciplina por parte dos alunos da turma. Isto talvez por não ser considerado pela professora um “bicho de sete cabeças”, muito pelo contrário, a professora mostrou aos alunos que, neste caso, o telemóvel seria uma ferramenta útil para o desempenho dos alunos.

Importa ainda referir, que os alunos são, cada vez mais, impacientes e aguardam com celeridade as respostas ao que procuram (Silva, 2014). Isto refletiu-se, principalmente, com a saída de campo, onde os alunos não se debruçavam o tempo necessário a observar o que os rodeava. Várias vezes tinham de ser chamados à atenção para observarem com cuidado determinados aspetos. Isso refletiu-se na realização dos posters científicos, onde muitos grupos mostraram que careciam de algumas informações. Por outro lado, a quantidade de alunos que participou na visita, impossibilitou um acompanhamento mais de perto por parte dos professores.

Na minha opinião e tendo em conta tudo o que foi apresentado, considero que a minha intervenção contribuiu para a formação de alunos críticos e informados na sociedade. Com todas as atividades implementadas e, principalmente, com as novelas gráficas pedagógicas os alunos pensaram e discutiram aspetos inerentes à construção do conhecimento científico, olhando agora para estes conhecimentos com uma perspetiva mais completa. Considero que os alunos foram dotados de diversas capacidades, entre elas a capacidade de discutirem sobre vários assuntos do mundo à sua volta, tendo mais conhecimentos para tomarem a sua posição. Para além das novelas gráficas pedagógicas, creio que a construção do póster científico permitiu aos alunos, perante um problema, investigarem um determinado local, de forma a recolherem dados e definirem estratégias para a resolução desse mesmo problema.

Para uma futura investigação sugiro a incorporação da estratégia implementada durante todo o ano letivo, com uma maior incidência na discussão dos aspetos abordados em sala de aula. Ou seja, desde o início do ano os alunos iriam realizar atividades práticas dando, igualmente, atenção quer aos conteúdos científicos abordados quer aos aspetos da natureza da Ciência, construindo, simultaneamente, as novelas gráficas pedagógicas. Idealmente implementar a estratégia durante todo um ciclo de ensino seria bastante importante para perceber a evolução do pensamento dos alunos perante as temáticas abordadas.

## **2. Reflexão**

Ao olhar para trás e para tudo o que experienciei, vejo que todo o caminho percorrido foi longo e cansativo, mas muito gratificante. Entrei na licenciatura de Biologia com um objetivo bem traçado – o de ser professora. Assim, no terceiro ano ingressei no *minor* em geologia para continuar a traçar o meu caminho. Depois deste cheguei à etapa final, mas quando cheguei vi que afinal ainda havia um longo caminho para percorrer, não era simples o percurso ainda a fazer. Didáticas, IPP's, Metodologias, tantas e tantas coisas novas para aprender e, sobretudo, para refletir. E este ano chegou o momento de “pôr as mãos na massa” – dar aulas.

O primeiro grande desafio foi escolher a temática da minha investigação, procurando, por um lado, integrar as novas tecnologias no ensino da Biologia e Geologia e, por outro lado, promover a discussão acerca de alguns dos aspetos da Natureza da Ciência. O primeiro ponto por considerar as tecnologias de comunicação cada vez mais presentes na vida dos alunos e, dessa forma, aproximar as aulas ao dia-a-dia dos mesmos. Na minha opinião não podemos ignorar o facto de os alunos de hoje em dia nascerem na chamada “era digital”. O segundo ponto por considerar este um aspeto muito importante para a literacia científica de todos os alunos, mas principalmente aos que ingressaram no curso de Ciências e Tecnologias. É importante que todos os alunos saibam como funciona a Ciência e que percebam tudo o que está “por trás” da produção do conhecimento científico. No meu ponto de vista há que eliminar as conceções alternativas dos alunos acerca da Ciência e de como a mesma se constrói.

Depois de definido o tema que iria ditar a minha investigação, foi a altura de focar a minha atenção na escola onde ingressei e nos alunos que iria ter “sob a minha alçada”. Antes de lecionar as minhas aulas, fui professora acompanhante em duas visitas de estudo. A primeira com duas turmas de 7.º e 8.º anos de escolaridade ao Museu de História Natural de Sintra, que me alertaram para alguns aspetos, nomeadamente o controlar os alunos mais novos em espaços exteriores e conseguir garantir a segurança de todos e, também, o comportamento dos professores quando se encontram numa posição em que não são os principais intervenientes. A meu ver, o comportamento dos professores deve ser, em todas as alturas, exemplar, afinal somos um modelo para muitos alunos e temos de ser os primeiros a mostrar como devemos estar não só em sala de aula, mas em todos os locais que visitamos. Como a visita ao Museu tinha uma guia que realizava toda a visita com os alunos, os professores acompanhantes “aproveitaram” para descansar um bocadinho da loucura que é o seu dia-a-dia. Na minha opinião é uma atitude compreensível, mas considero que seria melhor da parte dos professores mostrarem aos alunos que, também eles, estão presentes na visita e atentos a tudo o que se passa. A segunda visita que acompanhei foi a um laboratório de Biologia da Universidade Lusófona com uma turma do 12.º ano de escolaridade. Esta, por ser com alunos mais velhos, exigia da parte dos professores menos preocupações com o comportamento dos alunos e dessa forma acabou por decorrer num ambiente mais descontraído.

Depois das visitas de estudo tive oportunidade de participar numa sessão de formação de professores sobre dinâmicas de grupo. Esta foi, sem qualquer dúvida, muito enriquecedora para mim. Permitiu-me conviver com professores de várias disciplinas da escola onde lecionava, permitiu-me conhecer diversas estratégias ditas “quebra-gelo” que poderei implementar futuramente nas minhas aulas e mostrou-me como se comportam os professores quando “passam para o outro lado”, isto é quando passam a ser eles os alunos. Neste caso, mostraram-se atentos e motivados com a formação e com vontade de aprender tudo o que tinham para ensinar.

Para continuar a completar a minha formação fiz um MOOC (Massive Open Online Courses) da Direção Geral de Educação, intitulado “Laboratórios de Aprendizagem: Cenários e Histórias de Aprendizagem”. Este permitia apoiar os professores na criação e implementação de estratégias inovadoras no processo de ensino-aprendizagem. Para além disso, este curso permitia que os professores refletissem não só sobre os cenários inovadores de aprendizagem, mas que refletissem sobre as estratégias que tinham vindo a implementar nas suas aulas.

Este ano letivo despertou, também, o meu interesse para uma vertente que considero muito importante a Comunicação em Ciência. Graças à professora Carla Kullberg participei num Congresso de Comunicação em Ciência e este despertou em mim bastante interesse, pensando mesmo em, futuramente, investir nesta área, de forma a completar a minha formação. Afinal, o que fazemos é comunicar Ciência aos nossos alunos e para mim é fulcral saber como fazê-lo da melhor forma para cada faixa etária, de forma a que os mesmos tenham um ensino o mais completo possível.

Para além de todas estas atividades paralelas à minha intervenção tive oportunidade de participar num projeto escola intitulado “Le Printemps de la Jupe et du Respect”. Não só acompanhei o desempenho da turma em que lecionava, como integrei o projeto na minha intervenção. Este foi bastante importante para desenvolver nos alunos as chamadas “*soft skills*” essenciais na formação dos alunos enquanto futuros membros ativos da sociedade.

Para mim foi um ano cheio e em cheio! Ser professor é isto, é focar-nos nos nossos alunos e preparar as nossas aulas pensando neles, é continuar a apostar na nossa formação em prol de melhorarmos as nossas aulas, é querer sempre fazer melhor! Como afirma Maria José Balancho (1994):

“(…) Para se ser professor em Portugal, das três uma: ou se é "puro" ou se é "poeta", ou se é "pendura".

(…) Dos «poetas» desses sim, rezeará a História.

São tão ingênuos como os outros, tão mal pagos como os outros, tão assíduos como os outros, mas tão loucos como os outros não são (...).

Vingam-se da própria condição e do próprio estatuto, transformando o ato de ensinar num sabor de gelado no Verão ou de chocolate quente no Inverno. Apaixonam-se pelas coisas, emocionam-se com as pessoas, reivindicam dos poderes divinos, para, logo a seguir, esquecerem as guerras, porque se tornam incômodas. A aula é um gosto por si só (...). São líderes nas viagens que proporcionam através do imaginário e param em todas as estações do insólito e do divertido (...).

Estes são os verdadeiros professores, aqueles que os alunos não esquecem e que conquistam quase sempre um lugar nas páginas dos seus diários. Extravasam a escola e permanecem na memória, porque têm a coragem de incentivar o ato de viver.

São motivadores de aprendizagens e referências alternativas ao tédio e ao conformismo.

(…) E consoante o real imaginário de cada narrativa, assim são apresentados: como sonhadores, como heróis ou como mitos: loucos quase sempre.

Abençoada loucura!”.

## Referências Bibliográficas

- Alentejano, S. (2014). *As tecnologias digitais na promoção da leitura e da escrita – estudo de caso sobre as percepções e práticas de leitura e escrita, associadas às tecnologias digitais entre os encarregados de educação e alunos do 3.º ano* [Dissertação de Tese de Mestrado]. Universidade Católica Portuguesa, Lisboa.
- Almeida, A. (1998). Contexto teórico da investigação. Em A. Almeida (Ed.), *Concepções e eficácia na aprendizagem* (pp. 41-113). Livros Horizonte.
- Almeida, P. & César, M. (2007). Contributos da interação entre pares, em aulas de Ciências, para o desenvolvimento de competências de argumentação. *Interações*, 6, 163-196.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- António, G. L. & Coutinho, C. (2012). *A integração curricular das TIC no sistema de ensino em Moçambique: iniciativas em curso*. Retirado de: <http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/281.pdf>, em maio de 2016.
- Baird, B. (1995). *A aula de ciências do ensino secundário do futuro*. Alabama: Auburn University.
- Balancho, M. J. & Coelho, F. M. (1994). *Motivar os alunos. Criatividade na relação pedagógica: Conceitos e Práticas*. Lisboa: Texto Editores.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo* (L. A. Reto e A. Pinheiro, Trad.). Lisboa: Edições 70, Lda. (Obra original publicada em 1977)
- Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Deardorff, D. L., Allain, R. J., Bonham, S. W., Dancy, M. H. & Risley, J. S. (2007). Student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. *Research-based Reform of University of Physics*, 1 (1), 3-42.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R.W. (2002). *Learning science and the science of learning*. Arlington, VA: NSTA Press, pp. 25-35.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10 (3), 363-381.
- Chaves, M. (2006). Potencialidades das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e a sua utilização por crianças. Retirado de <http://www.profala.com/arteducesp80.htm>, em dezembro de 2015.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York: Routledge.
- Collins, A. (2002). How students learn and how teachers teach. Em R. Bybee (Ed.), *Learning science and the science of learning* (pp. 3-11). Virginia: NSTA.

- Cunha, M.B. (2006). O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. *Revista Varia Scientia*, 6, 121-134.
- Damásio, M. (2007). *Tecnologia e educação: as tecnologias de informação e comunicação no processo educativo*. Lisboa: Nova Veja.
- Delors, J., Al-Mufit, I., Amagin, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Quero, M.P., Savané, M.-A., Singh, K., Stavenhagen, R., Suhr, M.W., & Nanzhao, Z. (1996). *Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI*. Edições ASA.
- Dias, C. M. (2009). Olhar com olhos de ver. *Revista portuguesa pedagógica*, 43 (1), 175-188
- Dourado, L. & Leite, L. (2008). Actividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. In Actas do XXI Congresso de ENCIGA. Carballiño: IES Manuel Chamoso Lamas.
- Estrela, A. (1994). *Teoria e Prática de Observação de Classes: Uma Estratégia de Formação de Professores*. Porto: Porto Editora
- Fernandes, D. (2004): Avaliação das aprendizagens: uma agenda, muitos desafios. Cacém: texto Editores.
- Fernandes, D. & Fialho, N. (2012). Dez anos de práticas de avaliação das aprendizagens no Ensino Superior: uma síntese da literatura (2000-2009). In C. Leite e M. Zabalza (cords.), *Ensino superior: Inovação e qualidade na docência*, pp. 3693 - 3707. Porto: Centro de Investigação e Intervenção Educativas da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto.
- Fernandes, J. & Barbeiro, L. (2015). Design de novelas gráficas pedagógicas como ferramentas de investigação, prática educativa e desenvolvimento profissional. Em XVI ENEC – *Ciência como cultura* (pp 735-742). Universidade de Lisboa: Instituto de Educação.
- Galopim de Carvalho, A.M. (2003). *Geologia Sedimentar. Volume I – Sedimentogénese. (1.ª ed.)*. Lisboa: Âncora Editora.
- Galvão, C. (Coord.) (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências: Sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário (1.ª ed.)*. Porto: ASA Editores.
- Grotzinger, J., Jordan, T., Press, F. & Siever, R. (2003). *Understanding Earth*. W.H. Freeman & Co.
- Hohenstein, J., & Manning, A. (2010). Thinking about learning - learning in science. Em J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching - what research has to say* (pp. 68-81). England: McGraw Hill.



- LBSE (2004): DR, I Série-A, Decreto-lei n.º 74/2004 de 26 de março. Ministério do Ambiente. Retirado de [http://www.ipleiria.pt/wp-content/uploads/2015/01/373\\_74\\_2004.pdf](http://www.ipleiria.pt/wp-content/uploads/2015/01/373_74_2004.pdf), em junho de 2016.
- Lederman, N.G. (1999) Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 916-929.
- Lederman, N.G. (2002). Views of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521.
- Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M; Dourado, L.; Vilaça, M.T.; Silva, J.L.; Afonso, A.S.; Baptista, J.M. (Eds.) *Trabalho prático experimental em ciências*. (pp. 92-108). Universidade do Minho: Braga.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário (Ed.), *Cadernos Didáticos de Ciências*, 1 (pp. 79-97). Lisboa: Ministério da Educação.
- Leite, L. (2006). *Da complexidade das atividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências*. Retirado de [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9800/4/Leite\\_L\\_CC\\_Da%20Complexidade.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9800/4/Leite_L_CC_Da%20Complexidade.pdf).
- Macedo, M., Nascimento, M. & Bento, L. (2013). Educação em ciência e as “novas tecnologias”. *Revista Práxis*, 9, pp 17-23.
- Marshak, S. (2001). *Earth: portrait of a planet*. Nova Iorque: W. W. Norton & Company
- Martins, I., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R.M., Rodrigues, A. & Couceiro, F. (2006). *Educação em ciências e ensino experimental - formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação.
- M.E. Departamento do Ensino Secundário. (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano. Curso científico-humanístico de ciências e tecnologias*. Retirado de [www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Documentos\\_Disciplinas\\_novo/Curso\\_Ciencias\\_Tecnologias/Biologia\\_Geologia/biologia\\_geologia\\_11.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Documentos_Disciplinas_novo/Curso_Ciencias_Tecnologias/Biologia_Geologia/biologia_geologia_11.pdf).
- Melo, J. L. (2011). *As TIC: novas práticas para antigos saberes da escola*. Dissertação de Mestrado não publicada. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa.
- National Science Education Standards. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A guide for teaching and learning*. Washington, D. C.19.
- Oliveira, H., Ponte, J. P., Santos, L., & Brunheira, L. (1999). Os professores e as atividades de investigação. In P. Abrantes, J. P. Ponte, H. Fonseca, & L. Brunheira, *Investigações matemáticas na aula e no currículo* (pp. 97-110).

- Lisboa: Grupo "Matemática para todos. Investigações na sala de aula", FCUL e APM.
- Orion, N. (1993) A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. Em C. Johnson (Ed.), *School sciences and mathematics*, 93 (pp. 325 – 331).
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliff, E. M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “ideas-about- science” should be taught in school? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Patrocínio, J. (2004). *Tornar-se pessoa e cidadão digital. Aprender a formar-se dentro e fora da escola na sociedade tecnológica globalizada*. Dissertação de Doutoramento. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa –Faculdade de Ciências e Tecnologias.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9, 5, MCB University Press.
- Ponte, J. P. (2000). As TIC no início da escolaridade: Perspectivas para a formação inicial de professores.
- Reis, P. (2006). Ciência e educação. Que relação?, *Interações*, 3, 160-187.
- Reis, P. (2011, julho). Observação de aulas e avaliação do desempenho docente. *Cadernos do CCAP – 2*, 25-30.
- Rojas, R. A. O. (2001). El cuestionario. *La Sociología en sus escenarios*.
- Santos, I. (2005). As tecnologias na educação e seus reflexos na escola e no mundo do trabalho. Retirado de: [http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinppIII/html/Trabalhos2/Iracy\\_de\\_Sousa\\_Santos.pdf](http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinppIII/html/Trabalhos2/Iracy_de_Sousa_Santos.pdf), em maio de 2016.
- Santos, A. P. (2014). *Um contributo para o ensino da natureza da ciência*. Dissertação de Mestrado. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias: Faculdade de Engenharia.
- Scaife, J. (2000). Learning in science. Em J. Wellington (Ed.), *Teaching and learning secondary science -contemporary issues and practical approaches* (pp. 61- 108). Londres e Nova Iorque: Routledge.
- Silva, C. M. da (2006). *Temas de Paleontologia: Fóssil*. Retirado de <http://webpages.fc.ul.pt/~cmsilva/Paleotemas/Indexpal.htm>, em abril de 2016.
- Silva, J. (2014). *A integração das TIC no ensino secundário em Cabo Verde; um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado. Universidade Aberta: Departamento de Educação e Ensino à Distância.
- Valdivia, I. J. (2008). *Los Desafíos de las Políticas de TIC para Escuelas*. Retirado de <http://pensamientoeducativo.uc.cl/files/journals/2/articles/412/public/412-921-1-PB.pdf>, em maio de 2016.
- Wang, Q., & Woo, H. (2007). Systematic Planning for ICT Integration in Topic Learning. *Educational Technology & Society*, 10 (1), 148-156.

- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zômpero, A. F. & Laburú, C. E. (2010). As atividades de investigação no ensino de ciências na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2). Retirado de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-66662010000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-66662010000200002&script=sci_arttext), em maio de 2016.



## **Apêndice 1**

Atividades desenvolvidas

## 1.1. Atividade 1

### *Homo Naledi: nova espécie de humano*

#### ATIVIDADE 1

##### **CIENTISTAS DIZEM TER DESCOBERTO NOVO PARENTE DOS HUMANOS: 'o *homo naledi*'**

Os investigadores responsáveis pela descoberta acreditam que esta é uma nova espécie, mas outros são mais céticos.

Tinham cerca de metro e meio e um aspeto delgado, pernas longas e pés parecidos com os nossos, ombros mais preparados para subir às árvores e cabeças pequenas. Este é o retrato de uma nova espécie de homínídeos que cientistas dizem ter descoberto na África do Sul. A espécie foi batizada de *Homo naledi*, ou seja, do género *Homo* ao qual pertencem também os humanos modernos. E os investigadores responsáveis pela descoberta acreditam que é possível que estes sejam antepassados diretos dos humanos. Outros, no entanto, olham para a notícia com algum ceticismo.



Os fósseis, os restos de 15 esqueletos deste possível parente dos humanos, foram encontrados numa pequena câmara num conjunto de grutas na África do Sul, conhecido como Rising Star, a 50 quilómetros de Joanesburgo. Numa abertura a 40 metros de profundidade, a câmara Dinaledi, com uma entrada muito estreita, foram encontrados mais de 1500 pedaços de osso de 15 esqueletos diferentes. Os restos parecem ser de crianças, jovens e de um adulto idoso.

Berger disse que esta espécie pode ter vivido em África há três milhões de anos, embora existam dificuldades com a datação. Segundo Berger, a anatomia mostra uma mistura estranha de características primitivas e dos humanos modernos. Por exemplo, as mãos e os pés são parecidos com os dos humanos, mas os ombros e o pequeno cérebro (do tamanho de uma laranja) remetem para os antepassados da espécie Homo. Os homens tinham cerca de metro e meio e as mulheres eram ligeiramente mais pequenas, com um aspeto delgado, pernas longas e cabeças pequenas.

A descoberta, anunciada esta quinta-feira na [revista eLife](#), suscitou, no entanto, algum ceticismo entre cientistas que não fazem parte do projeto. Rick Potts, do Museu de História Natural do Smithsonian, disse à agência AP que sem se saber a idade dos ossos "é impossível avaliar a importância desta descoberta na evolução".

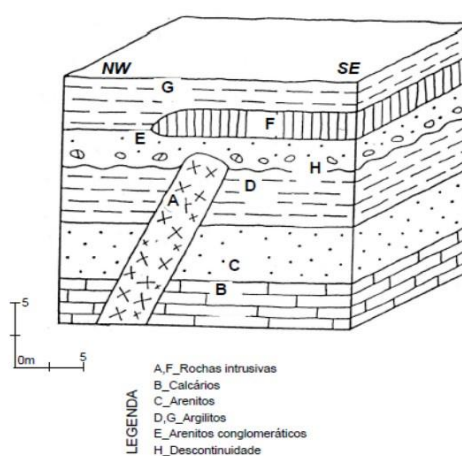
Adaptado de Diário de Notícias (10. Set. 2015)

## Homo Naledi: nova espécie de humano

### ATIVIDADE 1

#### CIENTISTAS DIZEM TER DESCOBERTO NOVO PARENTE DOS HUMANOS: 'o *homo naledi*'

Um dos problemas referidos pelos cientistas mais céticos é o facto de não se saber a idade dos fósseis encontrados. Para tal, imaginando que os fósseis poderiam ter sido encontrados na camada B do seguinte corte geológico, ajude os cientistas a encontrar mais evidências que suportem a sua teoria.



1. Faça a reconstituição ordenada dos acontecimentos geológicos retratados, justificando.
2. Que tipo de fóssil seria ideal estar presente num dos estratos para ajudar os cientistas na datação? Justifique.
3. De que forma considera importantes as informações geológicas para retratar a evolução do Homem?
4. O que tem a dizer acerca do ceticismo de alguns cientistas?

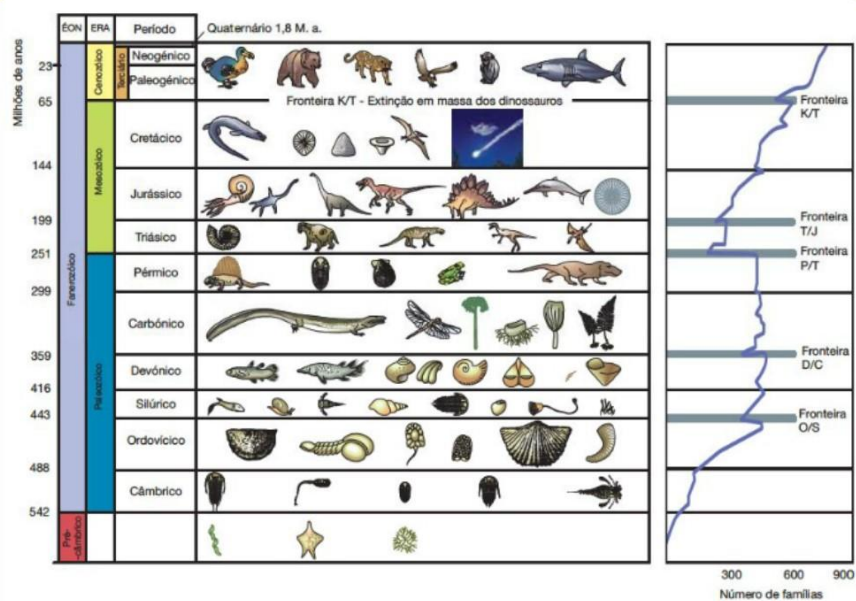
Atividade desenvolvida por Sílvia Firmino (2016).

## 1.2. Atividade 2

### Era uma vez a Terra...

#### ATIVIDADE 2

##### QUAIS OS PRINCIPAIS ACONTECIMENTOS DO PASSADO DA TERRA?



1. No Câmbrico aparecem os primeiros seres vivos com revestimentos externos compostos por materiais resistentes. Qual a importância deste facto na fossilização?
2. Em que medida a figura reflete a importância dos fósseis para datar as rochas e os principais eventos que ocorrem na Terra?
3. Em que momentos ocorrem as principais extinções em massa?
4. De que forma pode estar retratada a evolução biológica na escala de tempo geológico?
5. Comente a criação da escala de tempo geológico.

Atividade adaptada por Sílvia Fimino (2016).

Fonte: Silva, J.C.; Ribeiro, E.; Oliveira, Ó. (2015). *Desafios: Biologia e Geologia* (vol.2). Ensino secundário - 11.º ano. Edições Asa.



### 1.3. Atividade 3

#### A degradação dos monumentos é sempre culpa do Homem?

##### ATIVIDADE 3

O termo chuvas ácido foi usado pela primeira vez por Robert Agnus Smith, químico e climatologista inglês. Usou esta expressão para descrever a precipitação ácida que ocorreu sobre Manchester no início da Revolução Industrial. Com o desenvolvimento da indústria o termo foi sendo cada vez mais usado na medida em que, paralelamente a esse desenvolvimento, os efeitos das chuvas ácidas foram ganhando cada vez maior amplitude, e tendo consequências progressivamente mais graves. Os gases que tomam as chuvas mais ácidas são provenientes, sobretudo, da queima de combustíveis fósseis como o carvão, de petróleo e seus derivados. Dessa combustão resultam gases como por exemplo os dióxidos de enxofre, dióxidos de carbono e compostos de azoto. Quando esses gases ascendem às camadas superiores da atmosfera reagem com o vapor de água que aí se encontra. Desta reacção resultam compostos ácidos. Entre outros componentes formados, destacam-se o ácido sulfúrico e o ácido nítrico, entre outros. Estas substâncias podem atingir a superfície terrestre sob a forma de precipitação, denominada **chuva ácida**.

Segundo o Fundo Mundial para a Natureza, cerca de 35% dos ecossistemas europeus já estão alterados e cerca de 50% das florestas da Alemanha e da Holanda estão destruídas pela acidez da chuva. Na costa do Atlântico Norte, a água do mar está, entre 10% a 30%, mais ácida do que nos últimos 20 anos.

Contudo, o efeito das chuvas ácidas não se resume à degradação dos ecossistemas, sejam eles terrestres ou aquáticos. Esse efeito é bastante notório nos edifícios, sobretudo quando são feitos de rochas ricas em carbonatos (rochas calcárias e mármore, por exemplo). Mundialmente esse efeito corrosivo é conhecido na Acrópole, em Atenas, no Coliseu, em Roma, no Taj Mahal, na Índia e na Catedral de Notre-Dame em Paris, por exemplo. Em Portugal, a degradação de edifícios é já notória em cidades como Sines, Setúbal, Barreiro-Seixal, Lisboa e Porto. O Mosteiro



## A degradação dos monumentos é sempre culpa do Homem?

### ATIVIDADE 3

*dos Jerónimos e o Mosteiro da Batalha, são exemplos de estruturas que sofrem o efeito de meteorização das chuvas ácidas.*

*A degradação de edifícios pode ser promovida por reacções/mecanismos que não estejam associados a chuvas ácidas, nomeadamente:*

- **desintegração granular** – ocorre em arenitos em que, por exemplo, o cimento de ligação dos grãos fica enfraquecido pela dissolução ou em que cristalizam sais nos poros respectivos, os quais forçam os grãos a separar-se;
  - **alveolização** – produz o efeito de uma descamação e de uma desintegração granular múltipla associadas com acumulação de sais. Este efeito começa geralmente em locais da rocha onde há características de porosidade susceptíveis à acção das chuvas. Quando a acção da chuva se inicia, cria-se uma concavidade onde posteriormente pode haver acumulação de sais. Esses sais muitas vezes promovem a formação de pequenas cavidades denominadas alvéolos;
  - **desgaste superficial** – numa rocha calcária com uma superfície uniforme, a superfície é por vezes difícil de ser vista onde quer que essa rocha tenha sido sujeita à dissolução. No entanto, pode haver zonas onde existem fósseis, tais como fragmentos de conchas de calcário, formadas por um carbonato de cálcio altamente cristalino. Este dissolve-se mais lentamente que o resto da rocha, e enquanto a superfície é desgastada, os fósseis ficam salientes acima desta;
  - **perfuração** – também comum em edifícios construídos por calcários. Pode haver perfuração sendo o interior destas perfurações colonizado por comunidades de algas, fungos e bactérias. Estes ajudam a dissolver a rocha, e ao fazê-lo criam pequenos nichos ecológicos que promovem o progresso da colonização e consequentemente a expansão da perfuração e consequentemente do desgaste da rocha.
1. Que relação pode ser estabelecida entre a constituição de uma rocha e a sua vulnerabilidade à acção de agentes de meteorização?
  2. Indique como contribuem as chuvas ácidas para o processo de degradação dos edifícios.
  3. Refira-se à importância do estudo das rochas para a definição de estratégias de conservação, proteção e restauro dos edifícios.

Atividade adaptada por Sílvia Firmino (2016).

Fonte: Silva, J.C.; Ribeiro, E.; Oliveira, Ó. (2015). *Desafios: Biologia e Geologia* (vol.2). Ensino secundário - 11.º ano. Edições Asa.

## 1.4. Atividade 4

### DESCOBRE QUEM SOU, DIR-TE-EI DE ONDE VENHO!

#### ATIVIDADE 4

1. Na sua bancada encontra um saco com três rochas sedimentares.

Com o seu grupo de trabalho, procure descobrir em que ambiente as mesmas se formaram. Para tal tente responder às seguintes questões:

- Tipo de rocha
- Características da rocha
- Características do possível ambiente em que a mesma se formou, devidamente justificadas

2. De que forma o conhecimento das rochas sedimentares é importante para a preservação do registo da evolução biológica?

Atividade desenvolvida por Sílvia Firmino (2016).

## 1.5. Atividade 5

### A rota de um grão de areia

#### ATIVIDADE 5

##### **Pterossauros, crocodilos e outros carnívoros novos no Cabo Espichel**

A pedreira Areias do Mastro, na formação de Papo-Seco mostrou-se rica em vertebrados do início do Cretáceo, incluindo algumas espécies novas ou raras em Portugal.

Fragmentos de tartaruga, dentes de crocodilo, ossos e dentes de peixes, pterossauros (répteis voadores do tempo dos dinossauros) e dinossauros *Bayonyx* e do tipo dos iguanodontes – raros em Portugal –, muitos deles novos na fauna pré-histórica portuguesa, foram encontrados na Formação do Papo-Seco, no Cabo Espichel. As descobertas foram publicadas na revista científica *Journal of Iberian Geology*.

A maior parte dos fósseis foram encontrados no mesmo estrato, mostrando que seria uma zona de depósito, como as águas calmas de uma lagoa, frequentadas por animais marinhos, visitada por animais terrestres e que poderia receber animais que fossem arrastados pelas águas, como terá acontecido com algumas espécies de dinossauros carnívoros terrestres.

Esta formação geológica tem entre 127 e 129,4 milhões de anos – início do Cretáceo – e constitui uma mistura de antigos depósitos lagunares e estuarinos. É caracterizada por camadas horizontais estratificadas de arenitos, embora também apresente calcários ricos em argila (margas), e é, naturalmente, composta por bivalves (conchas) e gastrópodes (do grupo dos caracóis).

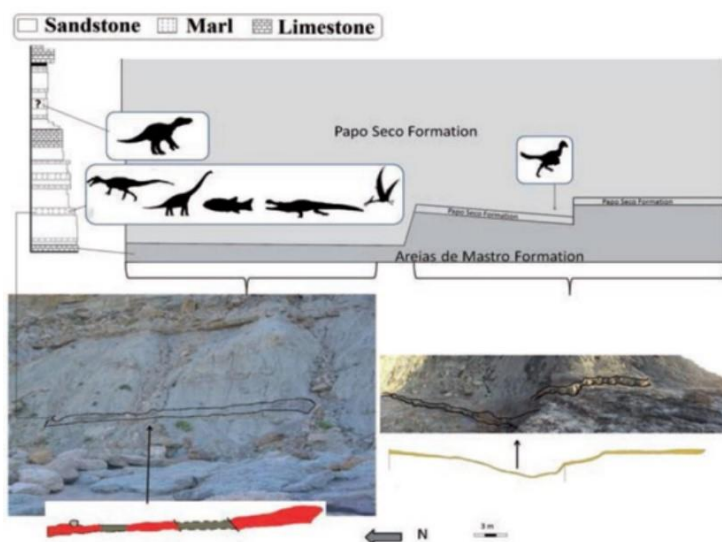
O Centro Português de Geo-História e Pré-História tem realizado escavações na Formação de Papo-Seco desde 1999, mas esta é a primeira vez que publicada da pedreira Areias do Mastro – uma pequena praia no fundo de uma falésia do Cabo Espichel, na península de Setúbal.

Vera Novais, *Observador* (8 de Jan de 2016)

Atividade desenvolvida por Sílvia Firmino (2016).

## A rota de um grão de areia

### ATIVIDADE 5



Figura

1.

Os vários estratos com fósseis na pedreira Areias do Mastro, com exemplos dos vertebrados encontrados. [Sandstone – arenito; marl – marga; limestone – calcário] – Figueiredo et al. (2015) Journal of Iberian Geology

Imagine que é um dos sedimentos que compõem a camada mais recente do que é retratada na figura que possui os fósseis de dinossauros.

1. Descreva tudo aquilo que passou até pertencer à rocha constituinte da camada em questão. Justifique todas as suas decisões.
2. De que forma se considera importante na preservação do registo da vida na Terra?
3. Qual a importância que atribui à divulgação de notícias como a apresentada?

Atividade desenvolvida por Sílvia Firmino (2016).



**1.6. Atividade 6 – Guião da saída de Campo**

## **Guião de Campo**

**“Contar o passado, viver o presente e pensar o futuro!”**

Praia da Bafureira e Duna da Cresmina

11 de março de 2016

11.º Ano de escolaridade



**Elementos do grupo:** \_\_\_\_\_

---

---

---

## **Professoras Responsáveis**

Paula Serra e Sílvia Firmino

### **Saída de Campo**

#### **A. Estudo da zona intertidal da Praia da Bafureira**

A plataforma rochosa da praia da Bafureira é uma importante estrutura geológica e é, simultaneamente, um local onde é possível encontrar uma grande diversidade de seres vivos.

Com esta saída vai tentar responder à seguinte questão:

#### **Como se relacionam os fatores bióticos e abióticos na zona intertidal?**

Para conseguir responder à questão tem de observar e identificar alguns dos organismos presentes na zona intertidal, tendo em conta as condições do meio que permitem a sobrevivência desses organismos. Fotografe-os!

Não se esqueça dos registos fotográficos!

#### **1 – Chegada**

Que características lhe permitem identificar a zona intertidal?

---

---

---

---

---

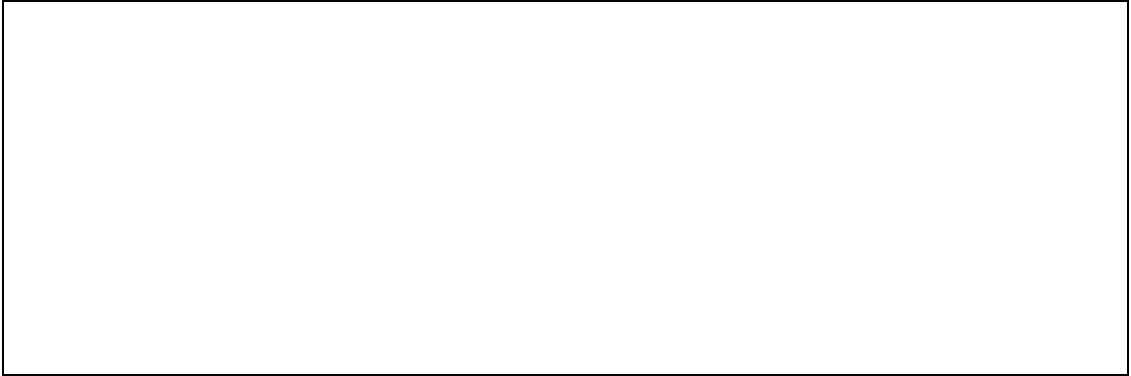
#### **2 – “Mãos à Obra”**

A sua investigação será feita nas três bandas em que se divide a zona intertidal (inferior, médio e superior). Para tal observe e identifique os organismos existentes em cada zona, caracterizando-a. Registe na Tabela os organismos que encontra nas diferentes regiões, de forma a poder traçar o esquema da zona intertidal.

Não se esqueça de fotografar tudo o que considera importante!

### **Banda Superior**

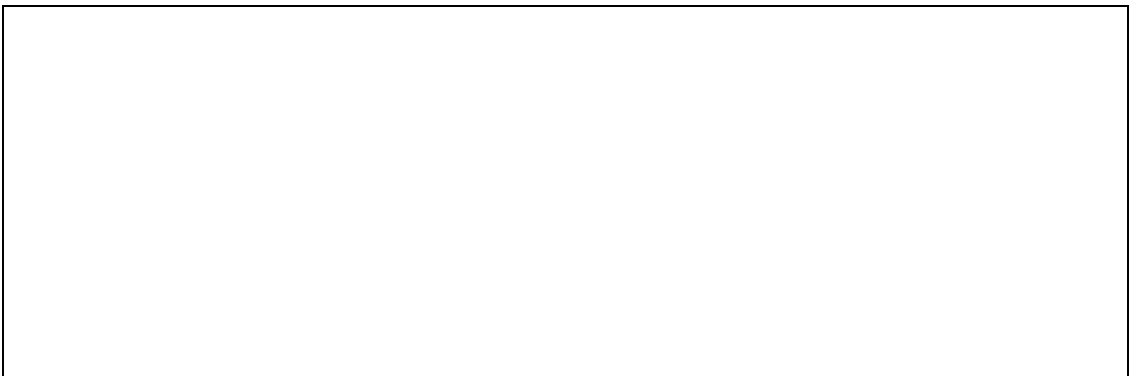
1. Caraterize esta zona em termos dos seus fatores abióticos.



2. Encontra poças nesta zona? Se sim, quais as principais diferenças destas com as poças existentes mais próximo da água? Fundamente a sua resposta. **Fotografe algumas poças.**



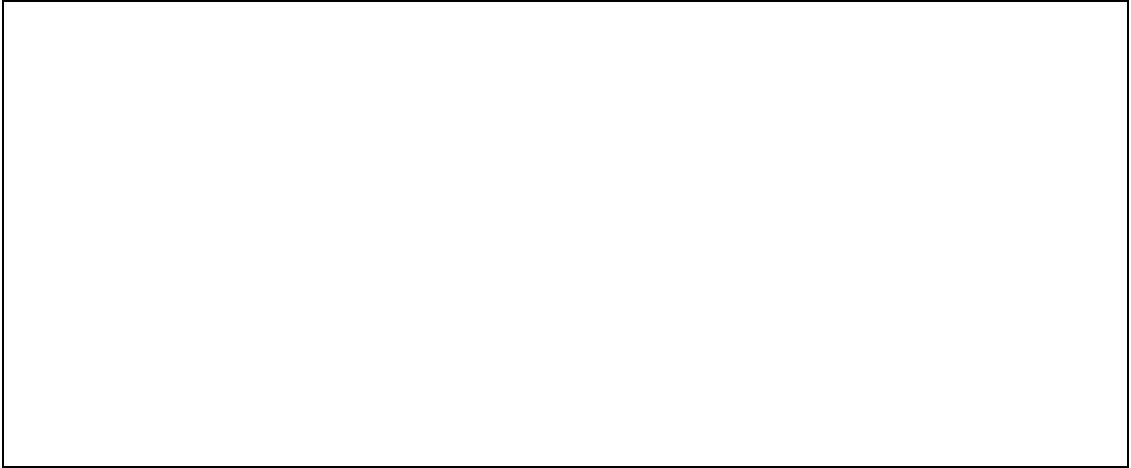
3. Observa algum organismo nesta zona que possua caraterísticas mais adequadas à existência em zonas mais próximas da água? Quais são esses organismos e quais as suas caraterísticas? Que explicação encontra para este facto? **Fotografe esses organismos.**



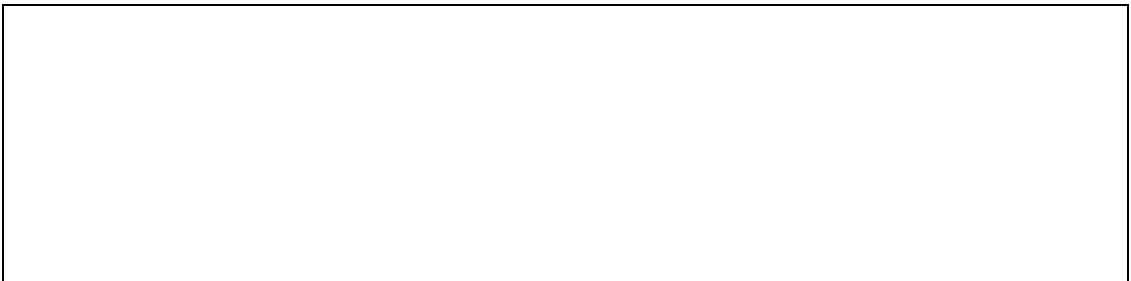


### **Banda Intermédia**

1. Faça um esquema de uma poça existente nesta zona, registrando os organismos presentes. **Fotografe essa poça.**



2. Caraterize a poça que esquematizou e o ambiente exterior da mesma em termos dos seus fatores abióticos.

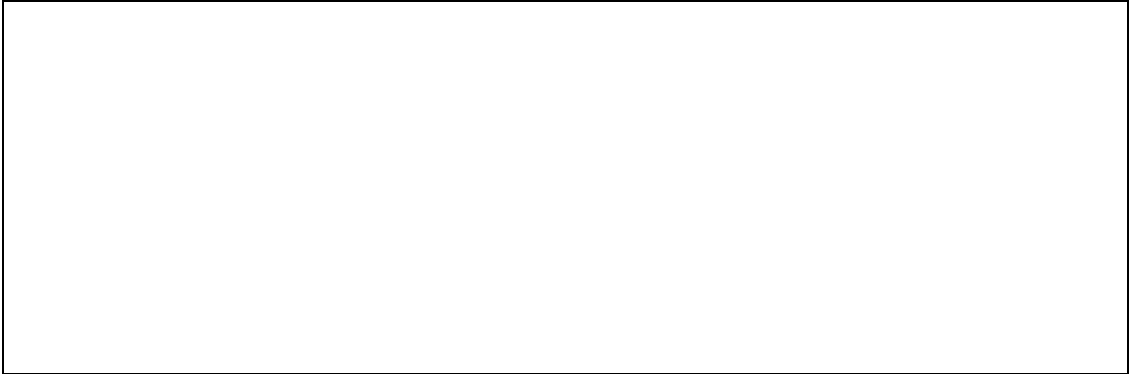


3. Indique, justificando, se os organismos que encontrou são marinhos ou terrestres?



### **Banda Inferior**

1. Faça um esquema de uma poça existente nesta zona, registrando os organismos presentes. **Fotografe essa poça.**



2. Caracterize a poça que esquematizou e o ambiente exterior da mesma em termos dos seus fatores abióticos.



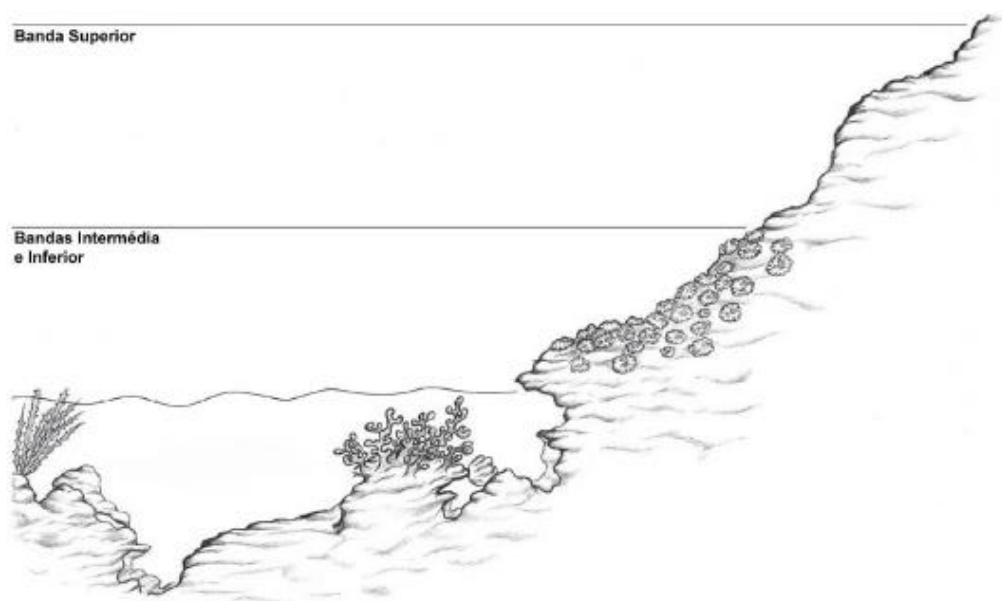
3. Quando comparadas com as zonas em redor, as poças contêm uma grande diversidade de organismos. Porque razão isso acontece?



4. Que atividades humanas considera que prejudiquem este ecossistema? O que acha que poderá ser feito para as minimizar?

5. Responda à questão inicial.

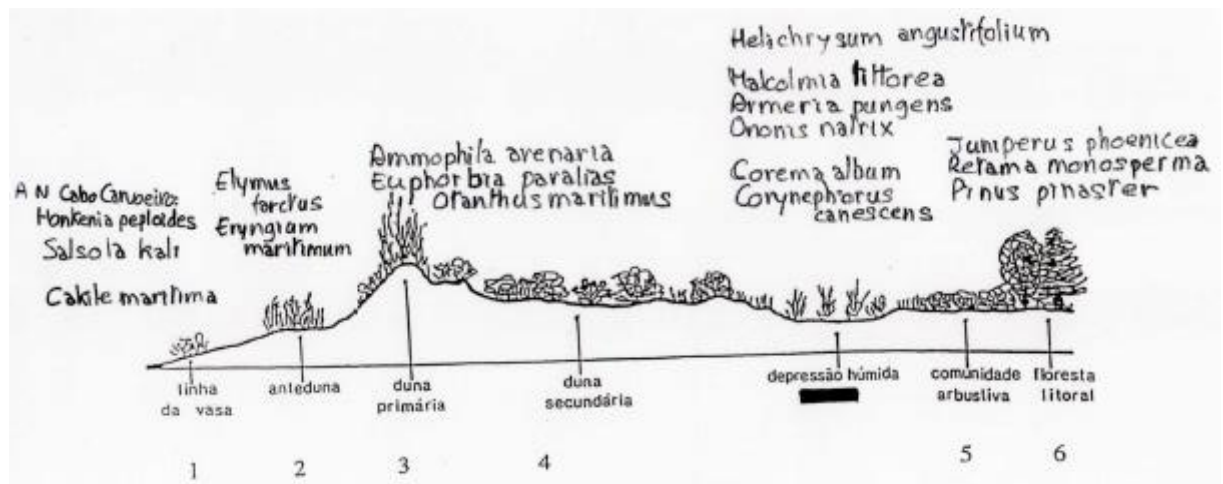
## Esquema da Zona Intertidal



### Tabela de Organismos

## B. Estudo do Complexo Dunar da Cresmina

A duna da Cresmina é um local muito particular, onde a areia proveniente das praias do Guincho e da Cresmina retorna ao mar mais a Sul, formando um corredor eólico dunar. Este é um sistema ativo e semiaberto, extremamente instável devido à mobilização de partículas arenosas pelos ventos fortes que se apresentam na região.



Com esta saída vai tentar responder à seguinte questão:

### De que forma é possível estabelecer a zonização dunar da Duna da Cresmina?

Para conseguir responder à questão tem de observar e identificar alguns dos organismos presentes na região, tendo em conta as condições do meio e as características do indivíduo que lhe permitem sobreviver nesta região.

Não se esqueça dos registos fotográficos!

#### 1 – Chegada

Como é caracterizada a região em termos de fatores abióticos?

---

---

---

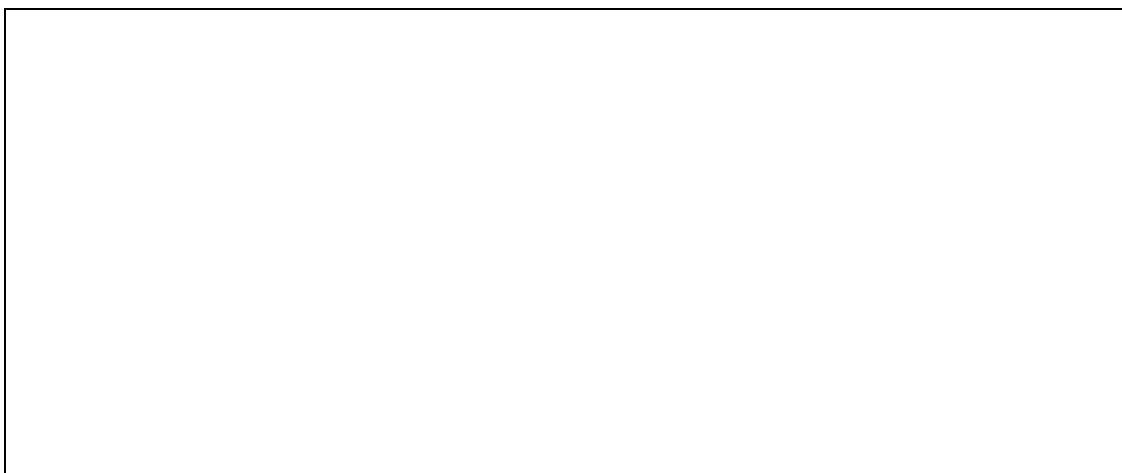
---

---

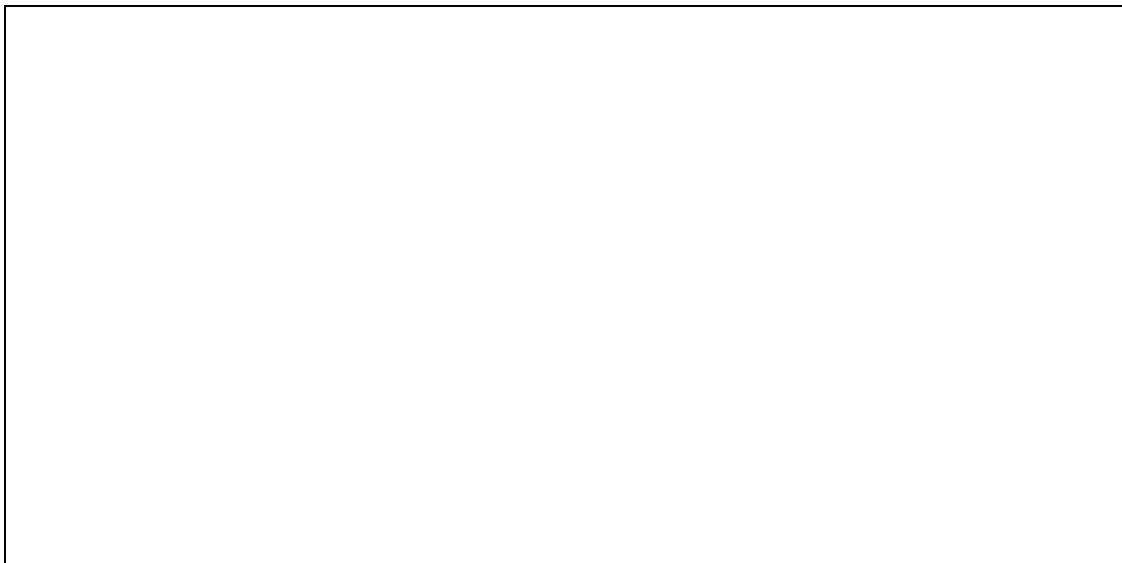
## 2 – “Mãos à Obra”

A sua investigação será ao longo do percurso do Complexo Dunar da Cresmina. Para tal observe e identifique os organismos existentes na região, caracterizando-o. Registe na Tabela os organismos que encontra. Fotografe-os!

1. Tendo em conta a sua observação como acha que evoluirá a Duna? Que consequências terá esta evolução?



2. Que medidas observa que foram tomadas para a preservação da duna? **Fotografe exemplos dessas medidas.**



3. Considera o Complexo Dunar um ecossistema “especial”? Fundamente a sua resposta.

4. Responda à questão inicial.



### Tabela de Organismos

[illegible]

### C. Contextualização Geológica da Praia da Bafureira



**De que forma era a região da Bafureira entre, aproximadamente, 120 M.a. a 95 M.a.?**

Para conseguir responder a esta questão observe com atenção a paisagem ao seu redor ao longo de toda a saída de campo e responda às questões colocadas.

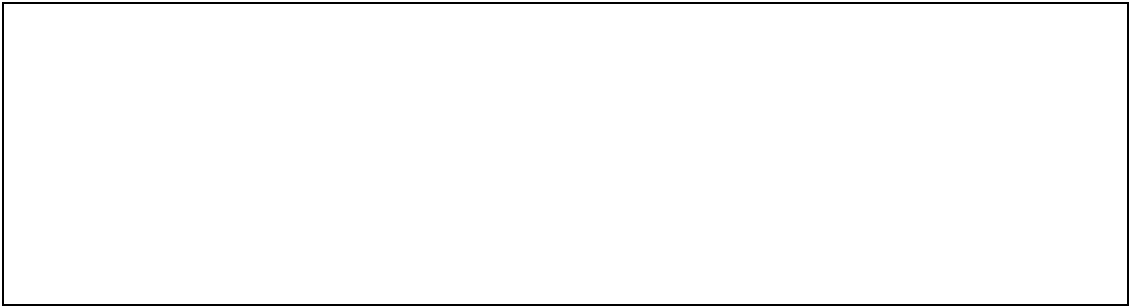
Não se esqueça do registo fotográfico!

#### **LOCAL A**


1. Elabore duas colunas estratigráficas do local A.

--	--

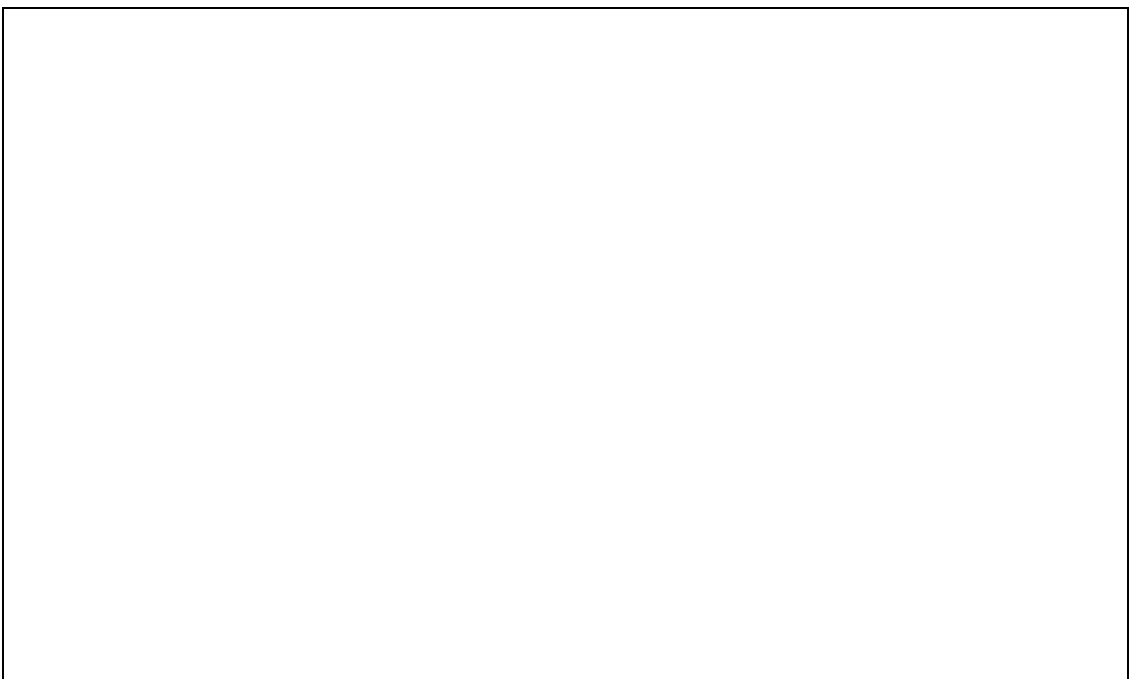
1.1. Em que se baseou para determinar as colunas que representou?



2. Que características observa nas rochas que formam estas camadas? Classifique-as.



4. Encontra em algumas das rochas fósseis? Que tipo de fósseis encontra? Qual o paleoambiente associados a estes? **Fotografe os fósseis encontrados.**

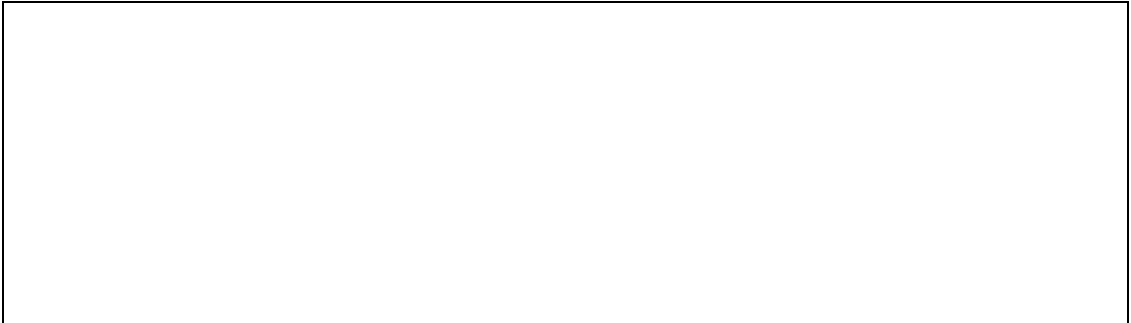


## LOCAL B

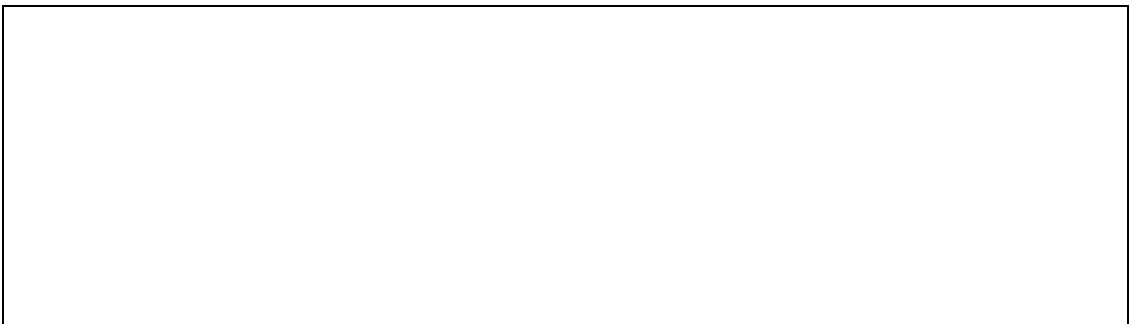
1. Elabore a coluna estratigráfica do local B.



2. Que características observa nas rochas que formam estas camadas? Classifique-as.



3. Encontra em algumas das rochas fósseis? Que tipo de fósseis encontra? Qual o paleoambiente associados a estes? **Fotografe os fósseis encontrados.**



4. Observa um filão basáltico a atravessar o mar. Fotografe-o e date-o relativamente às camadas que observa. Justifique.

5. Formule uma hipótese explicativa que relacione os dois locais em estudo (A e B). Fundamente a sua hipótese.

7. Responda à questão inicial.

Observações/Notas adicionais

## 1.7. Guião da novela gráfica pedagógica

### Guião da Novela Gráfica Pedagógica

#### ATIVIDADE FINAL

##### Instruções

A novela consistirá num vídeo realizado por cada grupo de trabalho e deverá ter no máximo 10 minutos.

O vídeo deverá mostrar as vossas ideias acerca dos seguintes tópicos:

- ♦ Subjetividade em Ciência
- ♦ Influências sociais e culturais na Ciência
- ♦ Criatividade e imaginação em Ciência
- ♦ Divulgação da Ciência
- ♦ Construção da Ciência

Para tal devem recorrer aos registos que foram realizando ao longo das diversas atividades. Lembrem-se que a saída de campo também está incluída.

Sejam criativos!

Qualquer dúvida que tenham podem-me ir contactando por e-mail:  
[silvia.f.firmino@gmail.com](mailto:silvia.f.firmino@gmail.com).

Datas a cumprir:

**5 de Abril** (terça-feira): Aula de apoio para a construção das novelas

**8 de Abril** (sexta-feira): Apresentação das novelas gráficas pedagógicas

## 1.8. Competências a desenvolver com as atividades

Competências		Atividades							
		1	2	3	4	5	6	7	NGP
Conhecimento Substantivo	Reconhecer as condições de formação de fósseis	X						X	
	Reconhecer a importância dos fósseis na datação de rochas e na reconstituição de paleoambientes	X	X					X	
	Compreender os fundamentos da datação relativa das rochas	X						X	
	Compreender, integrar e explicar os diferentes processos intervenientes na formação de rochas sedimentares				X	X		X	
	Relacionar a alteração das rochas com os diferentes tipos de meteorização			X					
	Explicar a importância das rochas sedimentares na reconstituição da história da Terra e da vida na Terra	X	X		X	X	X	X	
	Reconhecer as bases de classificação das rochas sedimentares				X			X	
Conhecimento Procedimental	Identificar elementos constitutivos da situação-problema						X	X	
	Problematizar e formular hipóteses				X		X	X	
	Testar e validar ideias				X		X	X	
	Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas						X	X	
	Observar e interpretar dados	X			X	X	X	X	
	Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação						X	X	
	Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita				X		X	X	X
Conhecimento epistemológico	Reconhecer alguns dos aspetos da Natureza da Ciência	X	X	X	X	X	X	X	X
Linguagem	Utilizar uma linguagem escrita cientificamente correta e organizada de forma coerente	X	X	X	X	X	X	X	X
	Discursar de forma adequada, utilizando uma linguagem cientificamente correta							X	X
	Utilizar esquemas/fotos/imagens para corroborar o texto/discurso							X	X
Atitudes	Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas						X	X	
	Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista						X	X	
	Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias						X	X	X
	Ver na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas						X	X	
	Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Assumir atitudes de defesa do património geológico							X	



## **Apêndice 2**

### Planificações

## 2.1. Planificação 1

### Tópico científico: Fósseis – arquivos históricos da vida na Terra

<b>Atividade 1:</b> <i>Homo naledi</i> : nova espécie de humano
---

#### Objetivo:

- Identificar a importância dos fósseis e na datação relativa e na reconstituição de paleoambientes;
- Compreender os fundamentos da datação relativa das rochas.

**Duração:** 90 minutos.

#### Desenvolvimento da ação:

1. Fazer uma breve síntese da aula anterior, contextualizando os temas da aula.
2. Abordar os conceitos de tipos de fósseis, datação absoluta e datação relativa. Depois de enunciar os princípios estratigráficos, distribuir aos alunos a ficha de trabalho 1, para sua resolução.
3. Discussão com a turma acerca das respostas dadas na ficha de trabalho. Aproveitar a resposta à questão 4 para encorajar a discussão da competição em ciência, da importância das evidências no suporte de uma teoria e na interdisciplinaridade relacionada com as descobertas científicas.
4. Sintetizar os conteúdos abordados na aula, relacionando os mesmos com o tema “A preservação do registo da evolução biológica”.

#### Recursos e materiais de apoio:

PowePoint “Fósseis – arquivos históricos da vida na Terra”, Ficha de trabalho 1, Informação de apoio ao professor

#### Avaliação

Feedback, grelha de desempenho

## INFORMAÇÃO DE APOIO AO PROFESSOR

(Fósseis – arquivos históricos da vida na Terra/Atividade 1)

### FÓSSEIS DE IDADE

#### Trilobites

- Organismos solitários
- Artrópodes do Paleozóico
- Trilobita = 3 lobos. Esqueleto dividido em 3 partes (cefalão, tórax e pigídio)
- A abundância dos fósseis de trilobites deve-se às mudas de crescimento
- Exosqueleto orgânico, quitinoso, por vezes biomineralizado dorsalmente por carbonato de cálcio (calcite)
- Vive em ambientes marinhos bentônicos típicos e na sua maioria são epibentônicos (vivem sobre o substrato) vágeis
- As suas marcas de deslocação denominam-se de cruzianas
- Surgem no Câmbrio e extinguem-se no Pérmico

### FÓSSEIS DE FÁCIES

- Corais – identificam ambientes marinhos pouco profundos, de águas límpidas, quentes, agitadas e bem oxigenadas.

### FÓSSEIS VIVOS

#### *Ginkgo biloba*

- Existe há mais de 150 milhões de anos, coexistiram com os dinossauros e existem nos dias de hoje
- Sobreviveu à radiação de Hiroshima
- São árvores de folha caduca
- Importantes propriedades medicinais, sendo usada principalmente para **melhorar a atenção e memória e no tratamento de zumbidos e vertigens**. A *Ginkgo* também é usada no tratamento de **dores de cabeça e problemas cardiopulmonares**.

#### Caranguejo-ferradura – *Limulus polyphemus*

- Artrópode, daí estar mais próxima das aranhas e dos escorpiões que dos caranguejos (*Crustacea*)
- Surgiu há 400 milhões de anos
- Representantes mais antigo do grupo animal que ainda habita a Terra

## **DATAÇÃO ABSOLUTA**

A datação absoluta consiste na determinação da idade em milhões de anos (M.a.) ou noutra unidade temporal, tomando como referência o tempo presente. Essa é a unidade de tempo que se usa em Geocronologia, que é o estudo da idade da Terra e das rochas que formam sua crosta.

### **Datação radiométrica**

Os elementos químicos radioativos emitem uma radiação, com a emissão dessa radiação, os átomos originais, radioativos, transformam-se em átomos de outro elemento, estáveis, isso é, não radioativos. Sabendo-se a velocidade com que esse processo ocorre, determina-se a quantidade do elemento formado pela radioatividade e, assim, calcula-se há quanto tempo o processo ocorre naquela rocha. Esse tempo será sua idade.

## 1.2. Planificação 2

### A preservação do registo da evolução biológica

**Tópico científico:** Fósseis – arquivos históricos da vida na Terra

<b>Atividade 2:</b> Era uma vez a Terra...
--

**Objetivo:**

- Compreender a importância da geologia na reconstituição da história da vida na Terra;
- Compreender a organização de uma escala de tempo geológico.

**Duração:** 90 minutos.

**Desenvolvimento da ação:**

1. Fazer uma breve síntese da aula anterior, contextualizando os temas da aula.
2. Abordar os diferentes ambientes sedimentares. Fazer menção à reconstituição paleoambiental, nomeadamente referindo a *ripple marks*, a estratificação entrecruzada, a granoseleção (transgressão e regressão marinha). Distribuir aos alunos a ficha de trabalho 2 para sua resolução.
3. Discussão com a turma acerca das respostas dadas na ficha de trabalho. Aproveitar a resposta à questão 5 para encorajar a discussão acerca da constante evolução do conhecimento científico. Resumir, de forma breve, a história da Terra, relacionando-a com a escala de tempo geológico.
4. Sintetizar os conteúdos abordados na aula, relacionando os mesmos com o tema “A preservação do registo da evolução biológica”.

**Recursos e materiais de apoio:**

PowePoint “Reconstituição de Paleoambientes”, Ficha de trabalho 2, Informação de apoio ao professor

**Avaliação**

Feedback, grelha de desempenho

**INFORMAÇÃO DE APOIO AO PROFESSOR**  
**(Fósseis – arquivos históricos da vida na Terra/Atividade 2)**

## **VARIAÇÕES EUSTÁTICAS**

A Eustasia é o conceito que representa a variação absoluta do nível do mar.

As causas da variação relativa do nível do mar são (Fávera, 2001):

**Glacioeustática** – Relacionam-se com a formação de calotes glaciares em áreas continentais da Terra em épocas determinadas. Os seus efeitos mais notáveis acontecem no Neogénico (2 Ma a 25 Ma), apesar de a primeira calote terciária ter sido percebida no Eocénico (36 Ma a 54 Ma). Nos períodos glaciares, a água líquida dos oceanos é retida em forma de gelo sobre os continentes; sendo o volume total de água no planeta relativamente constante, tem-se como consequência a diminuição do nível eustático. Por outro lado, em outras épocas pode ocorrer o derretimento das calotes glaciares, gerando aumentos significativos no nível eustático.

**Tectonoeustáticas** – Estão relacionadas com o movimento das placas litosféricas. Em períodos de existência de supercontinentes (massas agrupadas), a tendência é que o nível eustático esteja baixo, uma vez que em tais intervalos de tempo a maior parte da crosta oceânica circundando o continente será “antiga”, já resfriada e abatida estruturalmente, trazendo como resultado a máxima capacidade volumétrica possível para as bacias oceânicas.

A rutura dessas grandes massas continentais, e a consequente criação de oceanos, injeta grandes volumes de material sub-crustal agora à superfície (cadeias meso-oceânicas). Estas massas rochosas “novas”, quentes e elevadas, reduzem a capacidade volumétrica dos oceanos, e a consequência é uma subida eustática (efeito de transbordamento).

**Eustasia do geóide** – Hipótese propagada por Mörner (1976), que relaciona o nível do mar com a forma do geóide. Segundo ele, o nível do mar atual conteria protuberâncias (80m em 8000km) correspondentes a variações do campo gravitacional, e, portanto, a sua variação seria totalmente diácrona, isto é, não ocorre ao mesmo tempo na superfície.

## **HISTÓRIA DA TERRA – PRINCIPAIS MARCOS**

Ao longo do tempo geológico ocorreu o aparecimento, a evolução e a extinção de inúmeros organismos.

- No Pré-Câmbrico apareceram os primeiros organismos procariontes. As cianobactérias edificaram estromatólitos, os fósseis mais representativos da Era. A Jazida de Ediacara possui os fósseis dos primeiros animais multicelulares.
- No Paleozóico ocorreu a explosão câmbica, tendo as trilobites sido os organismos mais representativos. Ainda no Paleozóico ocorreu a conquista do meio continental e a extinção de muitas espécies, com destaque para as trilobites.
- No Mesozóico ocorreu a expansão dos répteis, com destaque para os dinossáurios; aparecimento dos mamíferos, dos pterossáurios, dos peixes teleósteos (com ossos), das aves e das primeiras angiospérmicas. No Mesozóico ocorreu, também, a extinção das amonites e dos dinossáurios, de forma mais representativa.
- No Cenozóico deu-se a diversificação dos mamíferos, com destaque para os primeiros homínídeos e para o Homem.

### 1.3. Planificação 3

## A preservação do registo da evolução biológica

### Tópico científico: Formação de Rochas Sedimentares

**Atividade 3:** A degradação dos monumentos é sempre culpa do Homem?

#### Objetivo:

- Relacionar a alteração das rochas com diferentes tipos de meteorização;
- Distinguir a meteorização de erosão;
- Relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

**Duração:** 90 minutos.

#### Desenvolvimento da ação:

1. Fazer uma breve síntese da aula anterior, contextualizando os temas da aula.
2. Abordar o ciclo das rochas, relacionando a unidade em estudo com as próximas unidades a serem lecionadas. Referir as principais etapas da formação de rochas sedimentares. Explicitar a classificação dos sedimentos e a sua relação com a classificação das rochas sedimentares. Mencionar o processo de meteorização e exemplificar a meteorização física e química. Distribuir aos alunos a ficha de trabalho 3 para sua resolução.
3. Discussão com a turma acerca das respostas dadas na ficha de trabalho. Aproveitar a resposta à questão 3 para encorajar a discussão acerca das relações C-T-S-A.
4. Mencionar o exemplo da meteorização do granito. Sintetizar os conteúdos abordados na aula, relacionando os mesmos com o tema “A preservação do registo da evolução biológica”.

#### Recursos e materiais de apoio:

PowePoint “Formação de Rochas Sedimentares 1”, Ficha de trabalho 3, Informação de apoio ao professor

#### Avaliação

Feedback, grelha de desempenho



## INFORMAÇÃO DE APOIO AO PROFESSOR

### (Formação de Rochas Sedimentares /Atividade 3)

#### CICLO DAS ROCHAS

Os três grupos de rochas - magmáticas, sedimentares e metamórficas, transformam-se continuamente na natureza num conjunto de processos geológicos denominado o **Ciclo das Rochas**. Este foi pela primeira vez descrito em 1785 pelo escocês James Hutton, numa apresentação oral diante da *Royal Society of Edimburg*.

Após arrefecimento, o magma solidifica originando **rochas magmáticas**. Estas podem-se formar-se à superfície devido a processos vulcânicos, ou no interior da crosta.

Uma vez expostas à superfície, as rochas sofrem meteorização e erosão, processos promovidos fundamentalmente pela água e pelo ar, originando sedimentos. Estes depois de transportados pela água e pelo vento, depositam-se em zonas deprimidas da crosta continental ou oceânica. Devido a fenómenos de subsidência, os materiais da crosta vão afundando aumentando a pressão e a temperatura. Originam então **rochas sedimentares**.

Com o continuar do processo de subsidência crustal, em que a pressão e a temperatura aumentam, as rochas sofrem recristalizações no estado sólido dos seus minerais. Surgem as **rochas metamórficas**.

Caso a temperatura ainda aumente mais as rochas fundem originando-se o **magma**, que pode voltar a formar novamente rochas magmáticas.

(<http://fossil.uc.pt/pags/transf.dwt>)

#### HIDRÓLISE

Reação lenta, em que os iões dos minerais reagem com os iões  $H^+$  e  $HO^-$  da água, podendo originar novos minerais. Por exemplo, a meteorização por hidrólise de um feldspato potássico para originar caulinite.

Para ocorrer hidrólise é necessária a presença de água ligeiramente ácida. A acidez deve-se essencialmente à dissolução de dióxido de carbono quando a água da chuva se forma na atmosfera ou quando a água circula pelo solo e rochas dissolvendo o dióxido de carbono existente. A dissolução do dióxido de carbono resulta na formação do ácido carbónico que se ioniza para formar o protão  $H^+$  e o ião bicarbonato.

Os prótons  $H^+$  são muito reativos e as suas reduzidas dimensões permitem que entrem nas estruturas cristalinas e substituam outros iões, modificando a composição e formando novos minerais.

### **CARBONATAÇÃO**

Consiste na reação dos minerais com as águas da chuva e a infiltração que ficam acidificadas em consequência da dissolução destas no dióxido de carbono atmosférico. Desta reação resulta bicarbonato de cálcio dissolvido na água.

### **OXIDAÇÃO**

É um processo em que um elemento químico perde um eletrão e o seu estado de oxidação aumenta. O mais comum é o ferro (presente na biotite, olivina e piroxena, sob a forma de  $Fe^{2+}$ ) libertar-se da rede cristalina e ceder um eletrão ao oxigénio (presente na atmosfera, no solo ou dissolvido na água).

Assim o ferro oxida de  $Fe^{2+}$  para  $Fe^{3+}$ , reage com a água e origina um óxido de ferro (hematite), que é insolúvel e origina um precipitado avermelhado.

### **DISSOLUÇÃO**

Alguns minerais solúveis dissolvem-se em água.

A dissolução tende a acompanhar os processos de hidrólise, quando se geram iões e minerais solúveis em água e que não precipitam.

### **HIDRATAÇÃO/DESIDRATAÇÃO**

São processos que envolvem a combinação de água com os minerais, levando a variações de volume, como, por exemplo, a conservação de anidrite em gesso quando combinada com água.

Este processo facilita outras reações como a hidrólise.

#### 1.4. Planificação 4

### A preservação do registo da evolução biológica

**Tópico científico:** Classificação das Rochas Sedimentares

**Atividade 4:** Descobre quem sou, dir-te-ei de onde venho!

**Objetivo:**

- Reconhecer as bases de classificação das rochas sedimentares;
- Relacionar as rochas sedimentares com a reconstituição de paleoambientes.

**Duração:** 135 minutos.

**Desenvolvimento da ação:**

1. Fazer uma breve síntese da aula anterior, contextualizando os temas da aula.
2. Referir de forma geral e breve a classificação atribuída às rochas sedimentares. Distribuir a cada grupo de trabalho o saco com as rochas sedimentares e a ficha de trabalho da atividade.
3. Discussão com a turma acerca das respostas dadas na ficha de trabalho, isto é, as características macroscópicas que os permite distinguir e classificar as rochas e a relação dessas características com o seu ambiente de formação. Discutir a importância do conhecimento das rochas sedimentares para a preservação do registo da evolução biológica.
4. Sintetizar as respostas com a referência aos três tipos de rochas sedimentares, mencionando, também, o processo de formação de grutas e de domos salinos.

**Recursos e materiais de apoio:**

PowePoint “Classificação das Rochas Sedimentares”, Ficha de trabalho 4, Informação de apoio ao professor, Sacos com rochas sedimentares

**Avaliação**

Feedback, grelha de desempenho

## INFORMAÇÃO DE APOIO AO PROFESSOR

### (Classificação das Rochas Sedimentares/Atividade 4)

## CALCÁRIO BOTRIOIDAL

Botroidal é uma definição que diz respeito ao hábito cristalino de uma rocha, isto é, a aparência típica de um cristal em termos de tamanho e forma. Neste caso refere-se à forma de cachos de uva.

## TRAVERTINO

Resulta da precipitação de carbonato de cálcio por ação da água doce, o que provoca espaços ociosos e o depósito de materiais em bandas mais ou menos paralelas.

São calcários densos encontrados em [grutas](#) e [cavernas](#) composta por calcite, aragonite e limonite.

## FORMAÇÃO DE GRUTAS

Embora haja grutas formadas de diversas rochas carbonatadas, as rochas calcárias são mais estáveis e resistem mais a desabamentos. Por essa razão a maior parte das grutas de dissolução existentes atualmente são calcárias.

A decomposição das rochas por meios químicos envolve, na maioria das vezes, a presença de água que atua como dissolvente, processo de carsificação. A decomposição por dissolução é desigual nas distintas rochas, dependendo dos minerais que as constituem e da sua respectiva resistência. Se pensarmos na calcite é um mineral muito solúvel em águas ricas em CO<sub>2</sub>. A dissolução efetua-se tanto à superfície (com uma temperatura menor e grande presença de dióxido de carbono) pelas águas pluviais e águas de infiltração, como em profundidade pela ação das águas subterrâneas, onde a temperatura é maior e há menor percentagem de CO<sub>2</sub>.

Quanto aos agentes físicos, embora sejam considerados mínimos, revelam um importante papel no desenvolvimento da gruta como por exemplo: o aquecimento e arrefecimento que provocam fraturas e diáclases por onde penetram as águas, o impacto causado pela força erosiva do mar que, por sua vez, aumenta a desagregação da rocha, e por fim a gravidade, o principal agente físico que não atua diretamente mas que vai influir na conformação da gruta.

## **FORMAÇÃO DE DOMOS SALINOS (DIAPIROS)**

Os depósitos profundos de sal-gema, quando sob pressão, podem ascender através de zonas débeis da crosta, formando grandes massas de sal.

O sal tem algumas propriedades especiais, enquanto rocha:

- a) Tem uma densidade inferior à dos outros minerais
- b) É altamente plástico, móvel e deformável
- c) Tem uma elevada solubilidade em água
- d) É quase impermeável ao petróleo

Estas propriedades permitem que, quando a pressão é muito grande, o sal se mova para cima. Como uma gota de azeite em água, o sal faz o seu caminho lentamente até à superfície. As rochas superiores são submetidas a fortes deformações tectónicas.

A nova estrutura é chamada domo salino. A cúpula de sal que atinge a superfície é rapidamente lixiviada pela água (dissolução).

### 1.5. Planificação 5

## A preservação do registo da evolução biológica

**Tópico científico:** Formação de Rochas Sedimentares

<b>Atividade 5:</b> A rota de um grão de areia
--

**Objetivo:**

- Compreender os diferentes processos intervenientes na formação de rochas sedimentares.

**Duração:** 90 minutos.

**Desenvolvimento da ação:**

1. Fazer uma breve síntese da aula anterior, contextualizando os temas da aula, abordando o ciclo das rochas e as principais etapas de formação das rochas sedimentares, nomeadamente a meteorização (que já tinha sido abordada).
2. Abordar a erosão, o transporte, a deposição e a diagénese para a formação de rochas sedimentares. Distribuir aos alunos a ficha de trabalho 5 para sua resolução.
3. Discussão com a turma acerca das respostas dadas na ficha de trabalho. Aproveitar a resposta à questão 3 para encorajar a discussão acerca da importância da divulgação científica.
4. Sintetizar os conteúdos abordados na aula, relacionando os mesmos com o tema “A preservação do registo da evolução biológica”.

**Recursos e materiais de apoio:**

PowePoint “Formação de Rochas Sedimentares 2”, Ficha de trabalho 5, Informação de apoio ao professor

**Avaliação**

Feedback, grelha de desempenho

**INFORMAÇÃO DE APOIO AO PROFESSOR**  
**(Formação de Rochas Sedimentares/Atividade 5)**

**DIAGÉNESE**

Conjunto de fenómenos físicos e químicos que transformam os sedimentos móveis em rochas sedimentares compactas.

Fenómenos:

**Compactação:** os sedimentos vão sendo comprimidos por ação dos sedimentos que sobre eles se vão depositando. Assim, os materiais que se encontram por baixo são sujeitos a um aumento de pressão, o que vai provocar a expulsão de água que existe entre eles.

**Cimentação:** entre os espaços dos diferentes sedimentos pode ocorrer a precipitação de substâncias químicas dissolvidas na água. Este fenómeno resulta na agregação de sedimentos, com a ajuda da substância precipitada.

**Recristalização :** os minerais alteram as suas estruturas cristalinas. Este fenómeno ocorre devido a alterações das condições de pressão, temperatura, circulação de água, onde estão dissolvidos certos iões.

## **Apêndices 3**

### Inquéritos



### 3.1. Pré-questionário da Natureza da Ciência

#### Questionário

Data:

#### Instruções

- Este questionário tem como finalidade perceber a sua visão acerca de aspetos da Natureza da Ciência.
- Não existem respostas certas ou erradas para nenhuma questão e a sua nota não vai ser afetada pelas suas respostas.
- Leia com cuidado cada questão e responda na folha em branco que lhe será fornecida, identificando devidamente cada questão.
- Atente nas questões constituídas por mais do que uma parte.
- Deve utilizar exemplos para justificar a sua resposta.

1. Sob o seu ponto de vista, o que é a ciência?
2. O que é a experimentação?
3. O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentação? Defenda o seu ponto de vista.
4. Como é que os cientistas sabem que os dinossauros realmente existiram? Explique a sua resposta.
5. Como é que os cientistas sabem acerca do aspeto dos dinossauros? Explique a sua resposta.
6. Os cientistas produzem conhecimento científico. Considera que esse conhecimento pode sofrer alterações no futuro? Explique a sua resposta e dê um exemplo.
7. Os cientistas constroem experiências/investigações quando querem encontrar respostas para algumas questões. Considera que os cientistas usam a sua criatividade e imaginação durante as suas investigações? Justifique a sua posição.
  1. Se sim, em que partes da sua investigação considera que o cientista usa a imaginação e a criatividade.
8. Os cientistas concordam que a extinção dos dinossauros ocorreu há 65 milhões de anos. Contudo, existe muita controvérsia acerca da causa dessa extinção. Na sua opinião, porquê que os cientistas estão em desacordo se têm acesso à mesma informação?
9. Se um cientista quer persuadir outros cientistas com a sua teoria da extinção dos dinossauros (por exemplo), o que faz para o convencer? Explique a sua resposta.
10. Algumas pessoas consideram que a ciência é influenciada por valores culturais e sociais. Outros consideram que a ciência é universal, que a ciência transcende o nacional e as barreiras culturais e que não é afetada pela sociedade ou pela política, entre outros.

No seu ponto de vista a ciência reflete os valores sociais e culturais ou é universal? Defenda o seu ponto de vista.

Questionário adaptado de Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, Schwartz. (2002). Views of Nature Science Questionnaire.

## 3.2. Pós-questionário da Natureza da Ciência

### Questionário

Data:

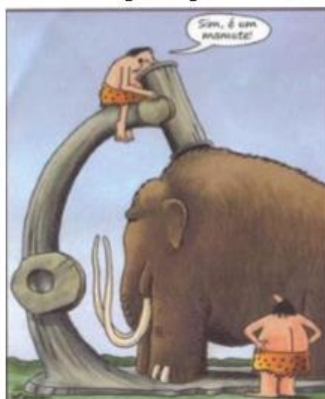
Código:

#### Instruções

- Este questionário tem como finalidade perceber a sua visão acerca da Natureza da Ciência.
- Não existem respostas certas ou erradas e a sua nota não vai ser afetada pelas suas respostas.
- Leia com cuidado cada questão e responda na folha em branco que lhe será fornecida, identificando devidamente cada questão.
- Sempre que possível, deve utilizar exemplos para justificar a sua resposta.
  1. Ciência, do latim *scientia*, significa conhecimento ou saber. Comente a afirmação.
  2. Interprete a imagem que se segue. Concorda com Einstein? Porquê?



3. “Faz-se ciência com os factos, como se faz uma casa com pedras; mas uma acumulação de factos não é Ciência, assim como um monte de pedras não é uma casa” (Henri Poincaré). No seu ponto de vista de que forma esta frase retrata a forma como se faz Ciência?
4. Na sua opinião, em que medida a imagem seguinte ilustra o método de produção de conhecimento científico.

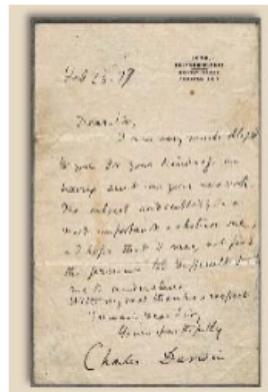


5. Carl Sagan afirmou que “Existem muitas hipóteses na Ciência que são erradas. Isso é perfeitamente correto; elas são a abertura para descobrir o que é certo. A Ciência é um processo autocorretivo.”. Comente a afirmação, posicionando-se relativamente ao valor e papel das hipóteses em Ciência.

6. Conta-se que Newton reconheceu a existência de gravidade, quando uma maçã lhe caiu na cabeça. A lei da gravidade é considerada uma importante descoberta científica. Na sua opinião, que características de pensamento são essenciais à formulação de ideias científicas?



7. De acordo com o Dicionário da Língua Portuguesa, *controvérsia* (do latim *controversia*) define-se como uma disputa intelectual. Na sua opinião, em que medida a controvérsia faz parte integrante da construção do conhecimento científico?



8. A fotografia à esquerda é uma das inúmeras cartas que Darwin foi trocando com as cerca de 2000 pessoas para fundamentar a sua teoria. Considera que esta correspondência foi importante? Que paralelismo faz com a produção do conhecimento científico atualmente?

9. Edward B. Tylor define cultura como “todo aquele complexo que inclui o conhecimento, as crenças, a arte, a moral, a lei, os costumes e todos os outros hábitos e capacidades adquiridos pelo Homem como membro da sociedade”. Considera que a Ciência:
- está inserida na cultura
  - é influenciada pela cultura
  - está acima da cultura
  - Todas as anteriores.

Justifique o seu ponto de vista.

### 3.3. Questionário de opinião

#### Ficha de Heteroavaliação

Para cada uma das frases seguintes, selecione a resposta que melhor expressa a sua opinião, colocando uma "x" no espaço correspondente.

Conteúdos e aprendizagem	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) Considero a disciplina interessante e desafiante.				
2) Considero valiosas as aprendizagens que realizei.				
3) O meu interesse sobre os assuntos explorados aumentou em consequência das aulas da disciplina.				
4) Aprendi e percebi os conteúdos (assuntos) explorados nas aulas.				

Lecionação	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) A professora mostrou entusiasmo ao ensinar os conteúdos.				
2) A professora foi dinâmica durante a aula.				
3) A professora usou estratégias motivadoras durante a explicação dos conteúdos.				
4) As estratégias e estilo de apresentação da professora ajudaram a captar o meu interesse durante as aulas.				

Organização	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo
1) As explicações dadas pela professora foram claras.			
2) Os materiais apresentados e explorados (fichas de trabalho, apresentações <i>powerpoint</i> , protocolos) estavam bem preparados e foram explicados cuidadosamente.			

Participação	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) Os alunos foram encorajados a participar na discussão dos assuntos ensinados, em aula.				
2) Os alunos foram convidados a partilhar os seus conhecimentos prévios, ideias e dúvidas durante as aulas.				
3) Durante as aulas, os alunos foram encorajados a colocar questões e receberam respostas pertinentes e significativas.				
4) Os alunos foram encorajados a expressar a sua própria opinião e a questionar, de forma pertinente e adequada, as explicações dadas pela professora.				

Apoio individual	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) A professora foi amigável e correta com todos os alunos.				
2) A professora fez com que os alunos se sentissem "à vontade" para procurar ajuda/aconselhamento dentro e fora da sala de aula.				
3) A professora manifestou interesse e preocupação por todos os alunos individualmente.				
4) A professora mostrou-se disponível para retirar dúvidas durante as aulas e fora das mesmas (biblioteca, e-mail, ...).				

Trabalho realizado em aula MATERIAS	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) As apresentações e exposições orais da professora foram importantes para a minha aprendizagem.				
2) Os materiais apresentados e explorados (fichas de trabalho, apresentações <i>PowerPoint</i> , protocolos) estavam bem preparados e foram explicados cuidadosamente.				
3) Os exercícios e trabalhos propostos ajudaram-me a compreender os conteúdos explorados.				

Trabalho realizado em aula – ESTRATÉGIAS	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) As explicações dadas pela professora foram claras.				
2) Durante as aulas, a professora possibilitou que os alunos tirassem notas e apontamentos, registando os aspetos mais importantes da aula.				
3) A correção dos exercícios e trabalhos propostos foi construtiva e valiosa para a minha aprendizagem.				

Saída de Campo	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) A saída de campo estava bem organizada.				
2) A informação fornecida foi clara.				
3) Os locais explorados na saída de campo eram pertinentes.				
4) A saída de campo foi importante para a minha aprendizagem.				

5) O que mudaria na preparação e realização da saída de campo?

--

Novelas Gráficas Pedagógicas	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) A estratégia utilizada foi motivadora.				
2) As novelas gráficas contribuíram para a minha aprendizagem.				
3) A estratégia foi bem incorporada no decorrer das aulas.				
4) A estratégia utilizada ajudou-me a refletir sobre o que aprendi.				
5) A estratégia utilizada ajudou-me a refletir como aprendi.				
6) As novelas gráficas pedagógicas ajudaram-me a compreender alguns aspetos relacionados com a Natureza da Ciência.				

4) O que mudaria em todo o processo de construção das novelas gráficas pedagógicas?

--

Trabalho em Grupo	1 Discordo completamente	2 Discordo	3 Concordo	4 Concordo completamente
1) O grupo de trabalho funcionou bem.				
2) O trabalho em grupo foi importante para a minha aprendizagem.				
3) Gostei de trabalhar em grupo.				
4) Respeitei as opiniões e funções dos meus colegas.				
5) Ajudou-me a compreender melhor como trabalhar bem em equipa.				

Avaliação global da Professora	1 Pouco satisfatório	2 Satisfatório	3 Bom	4 Muito Bom

<p><b>Comentário final</b> <i>(Refira aspetos positivos e negativos da aula e aspetos que modificaria futuramente; principais dificuldades sentidas)</i></p>	
--	--

Obrigada!

### 3.4. Guião da entrevista

Objetivos	Questões
Contextualizar a formação da entrevistada	1. Como foi o seu percurso profissional ao longo dos anos?
Identificar as conceções da entrevistada relativamente à Natureza da Ciência	2. O que entende por Natureza da Ciência?
Compreender a opinião da entrevistada face à importância da abordagem dos aspetos da natureza da ciência	3. Qual a sua posição relativamente à abordagem de alguns aspetos da natureza da Ciência durante as aulas?
	4. Quais os aspetos que considera mais relevantes serem abordados com os alunos do Ensino Secundário? Porquê?
	5. Considera que atualmente estes aspetos são abordados pelos professores?
	6. Como acha que deve ser feita a abordagem destes aspetos?
Perceber se aborda ou não os temas nas suas aulas e como o faz	7. Durante as suas aulas integra os aspetos referentes à natureza da Ciência? De que forma o faz?
	8. Como reagem os alunos quando aborda estes aspetos?
Perceber as principais dificuldades/impedimentos para a exploração deste tema	9. Quais considera os principais impedimentos para um professor ao abordar estes aspetos?
	10. De que forma acha que se podem combater estas dificuldades?
Perceber a opinião da entrevistada face à integração das novas tecnologias no ensino das ciências	11. Qual a sua posição relativamente à integração das novas tecnologias no ensino das ciências?
	12. Considera que atualmente os professores integram as novas tecnologias nas suas aulas? Por que razão o fazem ou não o fazem?
	13. Na sua opinião quais são os principais impedimentos para a integração das novas tecnologias no ensino das ciências?
Perceber como viu a reação dos alunos perante a metodologia utilizada	14. Como considera que reagiram os alunos em estudo à metodologia utilizada, nomeadamente as novelas gráficas pedagógicas?
	15. No seu ponto de vista o que poderá ser feito para melhorar a implementação da estratégia em causa?



## **Apêndice 4**

Teste de Avaliação Sumativa e Ficha de Avaliação prática

## 4.1. Teste de Avaliação Sumativa



GOVERNO DE  
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
E CIÊNCIA



*Escola Secundária de Vergílio Ferreira*

### Teste Sumativo

Biologia e Geologia

VERSÃO 1

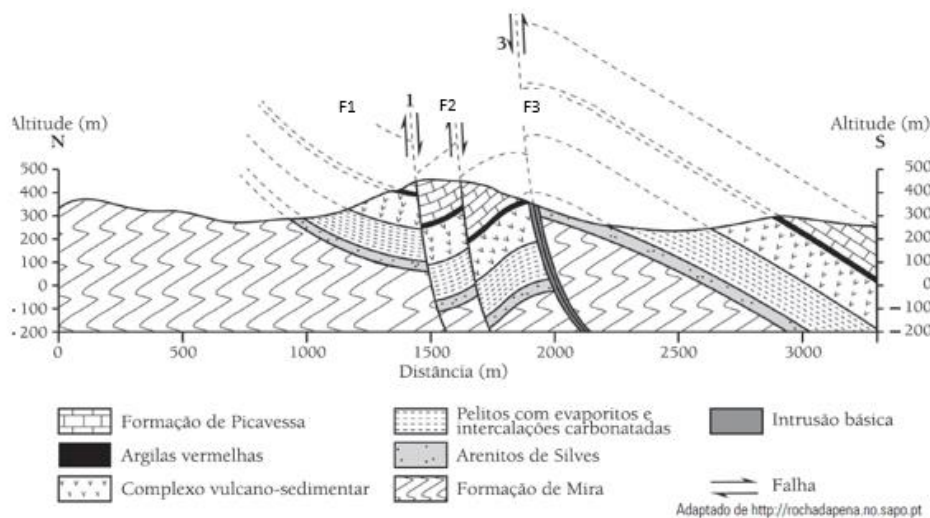
Duração do teste: 90 minutos | fevereiro de 2016

11º Ano de Escolaridade

### Grupo I

#### A Rocha da Pena

A Rocha da Pena constitui uma das elevações do Barrocal, e localiza-se nas freguesias de Salir e Benafim, concelho de Loulé. É uma cornija escarpada de calcários muito duros, cujo planalto tem, aproximadamente, 2 km de comprimento e uma escarpa com cerca de 50 m de altura. A altitude máxima deste local é de 479 m. Ao longo dos anos, a sua rocha calcária tem sofrido uma lenta meteorização química, dando origem a fendas e grutas.



- Ordene as letras de A a F que refletem acontecimentos ocorridos na atual região da Rocha da Pena de modo a reconstituir a sequência cronológica desses acontecimentos.
  - Deposição dos detritos que deram origem aos arenitos de Silves.
  - Atuação de agentes erosivos.
  - Atuação de forças compressivas, originando dobras.
  - Deposição do complexo vulcano-sedimentar.
  - Rutura dos materiais originando falhas.
  - Formação dos calcários de Picavessa.



Na resposta a cada um dos itens de 2. a 5., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

2. Para justificar a sequência cronológica dos eventos geológicos representados na Figura 1 baseou-se:
- (A) nos Princípios da Horizontalidade Inicial, da Sobreposição e da Continuidade Lateral e na discordância angular.
  - (B) nos Princípios da Sobreposição e da Inclusão e na desconformidade.
  - (C) nos Princípios da Sobreposição e da Interseção e na discordância angular.
  - (D) nos Princípios da Inclusão e Interseção e na desconformidade.
3. A meteorização química que sofre a formação calcária da Rocha da Pena deve-se
- (A) ... ao facto de a água da chuva adquirir menor acidez ao atravessar as diferentes camadas da atmosfera.
  - (B) ... a um processo lento e natural de abertura de fraturas através da dissolução do carbonato de cálcio.
  - (C) ... ao enriquecimento dos calcários da formação de Picavessa em dióxido de carbono atmosférico.
  - (D) ... à introdução de águas enriquecidas em iões cálcio no núcleo das deformações em anticlinal.
4. As rochas sedimentares são muito importantes para a reconstituição paleoambiental. As argilas vermelhas que constituem a Rocha da Pena indicam-nos que o ambiente de deposição seria...
- (A) ... de baixa energia, permitindo a deposição de argilas ricas em ferro e oxidante, o que lhes confere uma cor avermelhada.
  - (B) ... de alta energia, permitindo a deposição de argilas ricas em ferro e oxidante, o que lhes confere uma cor avermelhada.
  - (C) ... de baixa energia, permitindo a deposição de argilas ricas em ferro e redutor, o que lhes confere uma cor avermelhada.
  - (D) ... de alta energia, permitindo a deposição de argilas ricas em ferro e redutor, o que lhes confere uma cor avermelhada.
5. No corte geológico da Rocha da Pena é possível inferir a existência de duas discontinuidades. A \_\_\_\_\_ que representa um conjunto de camadas que cobre rochas magmáticas e a \_\_\_\_\_ que representa uma deformação tectónica.
- (A) Não conformidade [...] Paraconformidade
  - (B) Não conformidade [...] Discordância angular
  - (C) Paraconformidade [...] Discordância
  - (D) Discordância angular [...] Paraconformidade
6. Faça corresponder a cada uma das letras das afirmações, de A a E, a designação do processo indicado na chave.

#### Afirmações

- A – Alteração mecânica das rochas provocada pela formação de cristais de sais nas fendas por evaporação da água.
- B – Deposição dos sedimentos pela ação da gravidade ou pela modificação das condições do meio.
- C – Alteração da estrutura interna do mineral a fim de aumentar a sua estabilidade.
- D – Movimentação do material alterado para uma nova região.
- E – Compactação e cimentação dos sedimentos após o seu afundamento.

Chave



- I – Erosão
- II – Diagénese
- III – Sedimentação
- IV – Transporte
- V – Meteorização Física
- VI – Meteorização Química
- VII – Crioclastia
- VIII – Haloclastia

7. A formação de Picavessa, que constitui as escarpas da Rocha da Pena, apresenta litologias indicadoras de que aqueles materiais tiveram origem em plataformas marinhas carbonatadas de águas quentes, límpidas e pouco profundas.

Explique, utilizando o princípio das causas atuais, de que modo a presença de fósseis de corais permite deduzir o paleoambiente em que foi originada a formação de Picavessa.

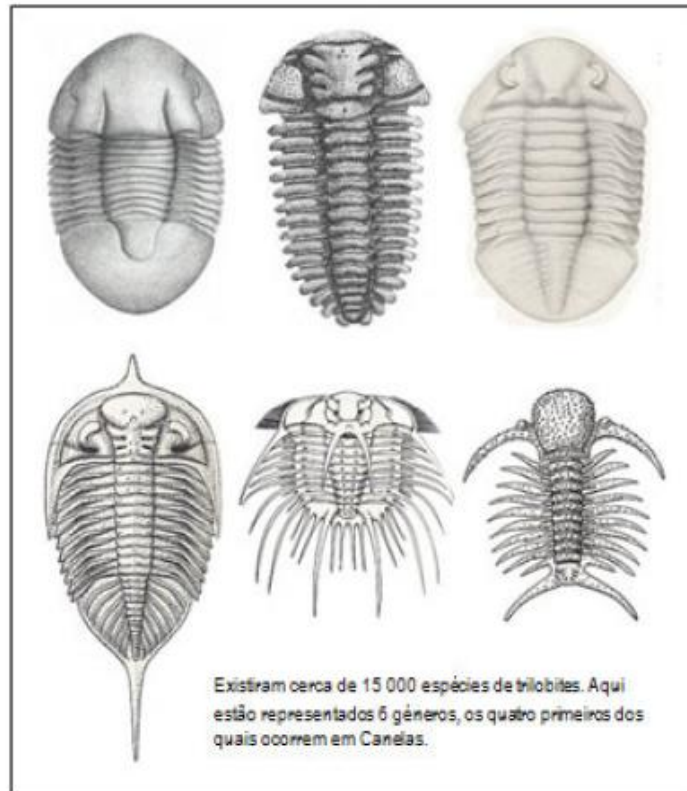
8. O Grand Canyon, uma das sete maravilhas naturais do mundo, é uma região de grande interesse geológico. A sua primeira expedição científica ocorreu na década de 1870 e foi liderada pelo Major John Wesley Powell. Nessa mesma expedição Powell referiu-se às rochas sedimentares como “belas páginas de um livro aberto”.

Explique o que queria o cientista dizer com a sua afirmação.

## **Grupo II**

### **As Trilobites do Arouca**

A jazida paleontológica de Canelas (freguesia de Arouca) vulgarmente conhecida como a “pedreira do Valério”, situada no percurso de Arouca a Alvarenga, é uma louseira onde ocorrem invertebrados fósseis de numerosas classes, como as trilobites e os graptólitos. O local é especialmente conhecido pelas trilobites gigantes (até 70 cm) de idade ordovícica, várias das quais transitaram já para os melhores museus da Europa. Dificilmente se imagina o aspeto da Terra no período Ordovícico, porque os continentes estavam virtualmente desprovidos de vida (não existiam plantas ou animais em terra). Contudo os mares fervilhavam de vida. As trilobites de Canelas viveram no oceano Rheic, a maioria em ambientes pouco profundos, arrastando-se pelo fundo, deixando por vezes marcas fossilizadas que também se encontram nesta jazida. Nessa altura a Península Ibérica situava-se no hemisfério sul (a transposição do equador ocorreu “apenas” há 280 Ma). As trilobites (pertencentes ao filo dos Artrópodes, tal como os insectos, as aranhas e os caranguejos) e os graptólitos (organismos coloniais pertencentes ao filo dos Hemicordados) são fósseis que têm um interesse especial para a datação das rochas metassedimentares da região.



Na resposta a cada um dos itens de 1. a 5., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. A presença de fósseis de trilobites numa camada permite afirmar que esta se formou...

- (A) ... há mais de 570 M.a.
- (B) ... há mais de 245 M.a. e há menos de 570 M.a.
- (C) ... há mais de 65 M.a. e há menos de 245 M.a.
- (D) ... há mais de 2 M.a. e há menos de 65 M.a.
- (E) ... há menos de 2 M.a.

2. A maioria dos graptólitos dispersou-se rapidamente por \_\_\_\_\_ extensões do globo, e, simultaneamente, tiveram uma \_\_\_\_\_ duração temporal; por estes motivos são bons fósseis de idade.

- (A) vastas [...] longa
- (B) vastas [...] curta
- (C) reduzidas [...] longa
- (D) reduzidas [...] curta

3. É com base em todas as informações resultantes do estudo das características observadas nas rochas que são estabelecidas as \_\_\_\_\_, grandes divisões do tempo geológico marcadas por mudanças significativas no mundo vegetal e animal, como as extinções em massa, que se encontram divididas em \_\_\_\_\_.

- (A) Eras [...] Períodos
- (B) Eras [...] Épocas
- (C) Épocas [...] Períodos
- (D) Épocas [...] Eras

4. *Nobiliasaphus nobilis* e *Nobiliasaphus delessei*



- (A) pertencem à mesma família, mas não ao mesmo género.
- (B) pertencem a géneros e espécies diferentes.
- (C) apresentam em comum todos os taxa acima de espécie.
- (D) são subcategorias da espécie de trilobites.

5. As afirmações que se seguem dizem respeito à classificação e à taxonomia das trilobites representadas na Figura 2.

Selecione a alternativa que as avalia corretamente.

- 1 – As trilobites pertencem ao filo Arthropoda e os graptólitos ao filo Hemochordata, sendo que o que têm em comum é o Reino a que pertencem.
- 2 – Tendo em conta o grupo taxonómico a que pertencem, as trilobites e os graptólitos têm um antepassado comum bastante próximo.
- 3 – As trilobites dos 6 géneros da Figura 2 representam espécies diferentes, mas pertencem à mesma classe.

- (A) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
- (B) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
- (C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
- (D) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.

6. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações relativas à fossilização das Trilobites.

- A. Os únicos fósseis de trilobites que podemos encontrar no museu são somatofósseis.
- B. A fossilização das trilobites deve-se principalmente ao seu tamanho.
- C. As trilobites são fósseis importantes na datação dos estratos da região.
- D. A moldagem é um dos processos possíveis para a fossilização das trilobites.
- E. Algumas trilobites foram encontradas em basaltos.
- F. Os locais de grande profundidade do Oceano Rheic foram locais importantes onde viveram as trilobites.
- G. Um fóssil é um resto de organismo ou um registo da sua atividade que viveu na Terra e foi preservado num contexto geológico específico.
- H. Os fósseis de trilobites são um importante registo da evolução biológica na Terra.

7. No Ordovícico ocorreu um recuo da linha de costa. Nessa altura a região de Arouca sofreu uma intensa sedimentação detrítica. Mais tarde, a contínua subida do nível do mar levou à deposição de sedimentos cada vez mais finos, o que favoreceu a fossilização de muitos seres vivos, tais como as trilobites e os graptólitos, que viviam em ambientes marinhos.

Tendo em conta esta informação, reconstitua a sequência paleoambiental da região de Arouca, e descreva a sequência sedimentar característica de uma subida do nível médio das águas do mar.

8. A abertura de bacias oceânicas está associada à génese de plataformas continentais, por vezes de grande extensão. Explique de que modo a abertura das bacias oceânicas e o aparecimento de formas de vida possuidoras de exosqueletos rígidos contribuíram para a relativa abundância do registo fóssil em rochas do período Câmbrio.

## Grupo III

Hawaii

A ilhas havaianas, que são na sua totalidade de origem vulcânica, formaram-se no meio do Oceano Pacífico, a mais de 3.200 km do limite de placas mais próximo. A cadeia do Hawaii, maioritariamente submarina, tem uma extensão de cerca de 6.000 km, e é composta por mais de 80 vulcões. O volume de lava que a forma está estimado em cerca de 750.000 km<sup>3</sup>, o suficiente para cobrir Portugal com uma camada de basalto com mais de 8 km de espessura.

Em 1963, J. Tuzo Wilson, geofísico canadiano, autor do conceito de falha transformante, apresentou uma engenhosa ideia que ficou conhecida como a Teoria dos Pontos Quentes (hotspots). Segundo ele, em certos locais da Terra, tal como no Hawaii, o vulcanismo esteve ativo por períodos de tempo muito longos, o que poderia apenas acontecer se regiões relativamente pequenas, duradouras e excecionalmente quentes (hotspots), existentes por baixo das placas tectónicas originassem fontes localizadas de grande energia térmica que sustentassem o vulcanismo (plumas térmicas).

As erupções havaianas, assim denominadas por serem caraterísticas dos vulcões no Hawai, expelem magma basáltico (básico), com produção muito baixa de cinza vulcânica e sem descarga de gases, o que as torna relativamente seguras de observar e, por isso, populares para os turistas. Ocorrem carateristicamente em hotspots, mas também próximo de zonas de subdução. Podem ocorrer ao longo de falhas, como na erupção do Mauna Loa em 1950, ou através de uma chaminé, como na erupção de 1959 do vulcão Kilauea.

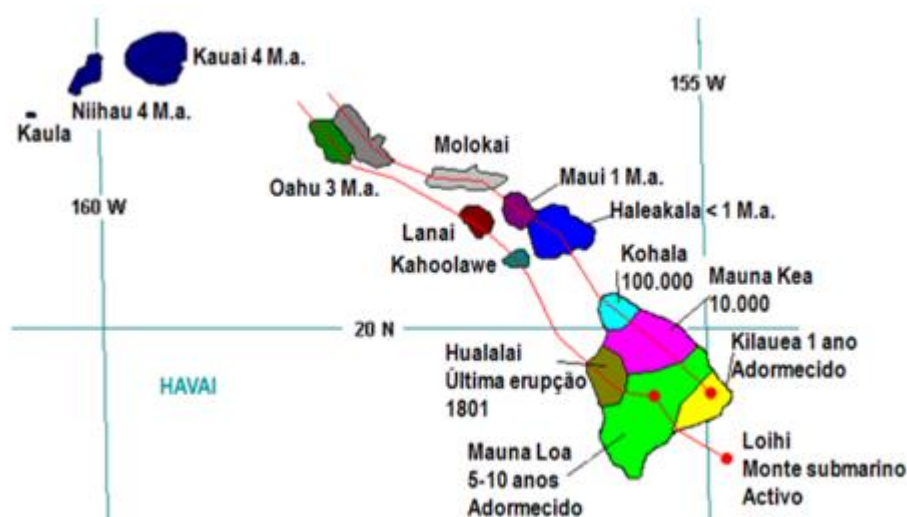
Extraído e adaptado de: <http://www.geos.mn/>

Figura 3

Na resposta a cada um dos itens de 1. a 4., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. A erupção do vulcão Mauna Loa, em 1950, foi do tipo \_\_\_\_\_, e a erupção do Kilauea, em 1959, foi do tipo \_\_\_\_\_, tendo ambas ocorrido no \_\_\_\_\_ de uma placa tectónica.

- (A) explosivo [...] efusivo [...] limite.  
(B) efusivo [...] explosivo [...] interior.  
(C) central [...] fissural [...] limite.  
(D) fissural [...] central [...] interior.





2. A cadeia das ilhas do Hawaii resultou do \_\_\_\_\_ da placa Pacífica sobre o ponto quente \_\_\_\_\_, localizado atualmente por baixo da ilha de \_\_\_\_\_.

(A) estacionamento [...] em movimento [...] Kauai.

(B) estacionamento [...] em movimento [...] Loihi.

(C) movimento [...] estacionário [...] Kauai.

(D) movimento [...] estacionário [...] Loihi.

3. As rochas da cadeia do Hawaii são progressivamente \_\_\_\_\_ antigas e \_\_\_\_\_ erodidas à medida que as ilhas ficam mais afastadas do ponto quente.

(A) mais [...] menos.

(B) menos [...] mais.

(C) mais [...] mais.

(D) menos [...] menos.

4. O magma é classificado em função da sua temperatura e da sua \_\_\_\_\_, correspondendo a uma mistura silicatada, em fusão, \_\_\_\_\_ gases dissolvidos.

(A) composição química [...] sem

(B) composição química [...] com

(C) localização [...] sem

(D) localização [...] com

5. Admite-se que os pontos quentes (hotspots) se relacionam com as plumas térmicas, que são longas colunas de material quente e pouco denso, provavelmente oriundas da fronteira entre o manto e o núcleo, que sobem até à base da litosfera.

Explique a formação, sobre um ponto quente, da cadeia de ilhas vulcânicas do Hawaii.

6. Ao vulcanismo associado a zonas de subducção está associada a uma intensa atividade sísmica.

Explique a forte atividade sísmica com base na teoria do ressalto elástico.

#### Grupo IV

#### Descobertas rochas mais antigas da Terra no Canadá

O movimento das placas tectónicas da Terra produziu ao longo do tempo maravilhas como o cume do Everest e dispôs os continentes na forma como os conhecemos. Pelo meio esqueceu-se da Baía de Hudson, no Canadá. Cientistas descobriram que na Baía podem estar as rochas mais antigas que se conhecem da crosta terrestre, com 4.280 M.a.

Os investigadores estudaram amostras de uma cintura de rochas metamórficas chamadas Nuvvuagittuq. Ao medirem a composição de isótopos de neodímio e de samário, elementos químicos raros que nelas existem, conseguiram datar as amostras entre os 3.800 e 4.280 M.a.

Até agora, eram conhecidas rochas com 4.030 M.a., no afloramento rochoso de Acasta Gneiss nos territórios de noroeste do Canadá. A nova descoberta puxa para trás 250 milhões de anos, a data da crosta mais antiga que se manteve estável.

A Terra tem 4.600 M.a. e a maior parte da crosta original foi esmagada e reciclada no interior do planeta várias vezes. Ao longo do tempo, as placas continentais e oceânicas afastaram-se, embateram, foram sendo produzidas através da atividade vulcânica e desapareceram. Ao mesmo tempo, produziram oceanos, montanhas, mares, esculpindo a forma do planeta.





A composição química mostra uma semelhança com rochas vulcânicas que estão num contexto geológico em que há placas a chocarem entre si. Isto dá-nos um olhar sem precedentes dos processos em que a crosta primitiva se formou.

Público, 26/09/2008



Figura 4

Na resposta a cada um dos itens de 1. e 5., seleccione a única opção correta.

1. Muitas das grandes montanhas, como os Himalaias, resultaram da elevação e deformação dos \_\_\_\_\_ que se tinham depositado ao longo \_\_\_\_\_ antes da colisão das placas.  
(A) sedimentos [...] do talude continental.  
(B) sedimentos [...] da plataforma continental.  
(C) basaltos [...] da planície abissal.  
(D) basaltos [...] da dorsal oceânica.
2. A idade das rochas metamórficas Nuvvuagittuq foi determinada utilizando isótopos de neodímio e de samário, tendo como base a sua...  
(A) ... quantidade e período de semivida.  
(B) ... condutividade.  
(C) ... riqueza em fósseis de idade.  
(D) ... massa volúmica ou densidade.
3. A formação de domos ou cúpulas está geralmente associada a lavas...  
(A) ... viscosas e básicas.  
(B) ... viscosas e silicatadas.  
(C) ... fluídas e ricas em gases.  
(D) ... fluídas e de composição basáltica.
4. Os limites \_\_\_\_\_ de placas situam-se nas \_\_\_\_\_ oceânicas (extensas cadeias de montanhas submarinas, geralmente com um vale central – o rifte) e são zonas onde se \_\_\_\_\_ crosta oceânica, originando a expansão dos fundos oceânicos.  
(A) divergentes [...] fossas [...] forma.  
(B) convergentes [...] fossas [...] destrói.  
(C) divergentes [...] dorsais [...] forma.  
(D) convergentes [...] dorsais [...] destrói.



5. As fronteiras de placas são locais onde o movimento relativo entre as diferentes placas faz com que haja \_\_\_\_\_ quantidades de energia envolvida nesse processo, pelo que, são locais onde se gera \_\_\_\_\_ atividade vulcânica e sísmica.

(A) grandes [...] muita.

(B) grandes [...] pouca.

(C) pequenas [...] muita.

(D) pequenas [...] pouca.

6. No texto afirma-se “Ao longo do tempo, as placas continentais e oceânicas afastaram-se, embateram, foram sendo produzidas através da atividade vulcânica e desapareceram. Ao mesmo tempo, produziram oceanos, montanhas, mares, esculpindo a forma do planeta”.

Explique porque razão a teoria da tectónica de placas é considerada a teoria unificadora da Geologia.

### FIM

Grupo 1								Grupo 2								Grupo 3						Grupo 4					
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
10	4	4	4	4	10	13	15	4	4	4	4	4	10	15	10	4	4	4	4	15	15	4	4	4	4	4	15

## 4.2. Critérios de Correção

Grupo	Questões	Resposta	Cotação	
1	1	A – D – F – C – E – B	10	
	2	C	4	
	3	B	4	
	4	A	4	
	5	B	4	
	6	A – VIII B – III C – VI D – IV E – II	5 ou 4	10
			3 ou 2	5
			Menos de 2	0
	7	A resposta deve abordar os seguintes tópicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A aplicação do princípio das causas atuais permite desenvolver raciocínios sobre acontecimentos passados, utilizando os dados de hoje (definição do princípio);</li> <li>• A presença de <b>fósseis de fácies</b> (fósseis de corais) na formação referida permite inferir o ambiente em que esta foi originada;</li> <li>• A formação de Picavessa terá, então, sido formada num ambiente <b>pouco profundo, de águas límpidas e bem oxigenadas</b>, pois é neste tipo de ambiente que se desenvolvem os corais, na atualidade.</li> </ul>	13	
	8	A resposta deve abordar os seguintes tópicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• As rochas sedimentares permitem, pelas suas <b>caraterísticas físicas, composição química, disposição em camadas e conteúdo fossilífero</b> caracterizar os eventos geológicos a que estiveram sujeitas e estabelecer uma datação relativa desses eventos geológicos, através dos <b>princípios estratigráficos</b> e das descontinuidades.</li> <li>• Estes dados permitem fazer uma <b>reconstituição paleoambiental cronológica</b> e, assim, recriar a história da Terra, funcionando assim como páginas de um livro aberto.</li> </ul>	15	
2	1	B	4	

	2	B	4	
	3	A	4	
	4	C	4	
	5	B	4	
	6	A - F B - F C - V D - V E - F F - F G - V H - V	8 ou 7	10
			6 ou 5	7
			4 ou 3	3
			2 ou menos	0
	7	A resposta deve conter os seguintes tópicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>No ordovícico, a descida do nível do mar, correspondente a uma <b>regressão</b>, levou à deposição de sedimentos cada vez mais grossos (sequência negativa), nomeadamente de detritos. Mais tarde, a subida do nível do mar, correspondente a uma <b>transgressão</b> leva à deposição de sedimentos cada vez mais finos;</li> <li>Inicialmente o ambiente de deposição é de <b>transição</b> (controlado pela dinâmica das correntes e com algum nível de energia); à medida que o nível do mar vai subindo o ambiente torna-se <b>marinho</b>, a profundidade vai aumentando, o que faz descer, progressivamente o nível de energia.</li> <li>A sequência sedimentar característica de uma transgressão é uma <b>sequência positiva</b>, de acordo com a sua granosseleção, com as rochas de grãos mais grosseiros na base (ex: conglomerados) e as rochas de grãos mais finos no topo (ex: calcário).</li> </ul>	15	
	8	A resposta deve conter os seguintes tópicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>As bacias oceânicas constituem ambientes sedimentares <b>pouco profundos de baixa energia</b>, que permitem a deposição de <b>sedimentos relativamente finos que favorecem a fossilização</b>;</li> <li>Nestes ambientes, o aparecimento de formas</li> </ul>	10	

		de vida com <b>estruturas anatómicas duras</b> são facilitadoras da fossilização e da maior abundância do registo fóssil no Câmbrio.	
<b>3</b>	1	D	4
	2	D	4
	3	C	4
	4	B	4
	5	<p>A resposta deve abordar os seguintes tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A cadeia das ilhas vulcânicas do Hawai formou-se devido ao <b>movimento da Placa</b> do Pacífico sobre um <b>ponto quente estacionário</b>;</li> <li>• Quando se verifica uma pulsação de atividade vulcânica, o magma rompe através da placa e origina um vulcão que se afasta do ponto quente, extinguindo-se, devido ao movimento da placa;</li> <li>• O <b>processo repete-se</b> ao longo do tempo, levando à formação de novos vulcões ativos, sempre por cima do ponto quente, enquanto os mais antigos se extinguem progressivamente.</li> </ul>	15
	6	<p>A resposta deve abordar os seguintes tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Em <b>zonas de limites de placas existem enormes tensões</b>.</li> <li>• Enquanto não é superado o limite elástico, as tensões acumulam-se na região fronteira das placas;</li> <li>• <b>Os sismos ocorrem quando é ultrapassado o limite elástico do material</b>, dando-se um movimento brusco, sempre associado à formação de uma falha e à libertação da energia acumulada, que se propaga por ondas sísmicas.</li> </ul>	15
<b>4</b>	1	B	4
	2	A	4
	3	B	4
	4	C	4
	5	A	4
	6	A resposta deve conter os seguintes tópicos:	15

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• A teoria da tectónica de placas defende que a litosfera se encontra fragmentada em várias placas tectónicas e que estas se deslocam sobre a astenosfera, em movimentos convergentes ou divergentes <b>(definição)</b>.</li> <li>• Estes movimentos permitem explicar a maior parte <b>dos vulcões, os sismos, a formação de montanhas, a formação de oceanos e o ciclo das rochas</b>.</li> <li>• Vemos, assim, que uma grande parte dos fenómenos geológicos pode ser explicada pela tectónica de placas, pelo que esta teoria é considerada central e unificadora <b>(conclusão)</b>.</li> </ul>	
--	--	---	--

### 4.3. Grelha de cotações do teste de avaliação sumativa

	Versão 1	Grupo I - Rocha da Pena								Grupo II - Trilobites								Grupo III - Vulcões						Grupo IV - Rochas do Canadá								
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
		10	4	4	4	4	10	13	15	4	4	4	4	4	10	15	10	4	4	4	4	15	15	4	4	4	4	4	15	200		
1	Afonso Burnay	0	4	0	4	4	10	5	6	4	4	4	4	4	10	6	0	0	4	4	4	0	8	0	4	0	4	4	9	110		
2	Alexandre Eira	0	0	4	4	4	10	13	15	4	4	4	4	4	10	15	10	4	4	4	4	15	15	4	4	4	4	4	15	186		
3	Ana Narciso	0	0	4	0	4	10	4	5	4	4	4	4	0	10	11	5	0	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	9	120		
4	Ana Veiga	0	0	4	0	4	0	14	6	4	0	4	0	0	10	11	0	4	4	4	4	10	0	4	4	4	4	4	5	108		
5	Ana Rodrigues	10	0	4	4	4	10	11	8	4	4	0	4	4	10	11	0	0	4	4	4	11	7	4	4	4	4	0	3	137		
9	Diogo Gomes	0	4	4	4	0	10	4	4	4	4	4	4	0	10	0	5	4	4	4	0	11	0	4	4	0	4	4	5	105		
11	Francisco Moura	0	0	4	4	4	10	11	6	4	4	4	4	0	10	5	5	0	4	4	0	10	6	4	4	0	4	4	9	124		
16	Luísa Gomes	10	0	0	4	4	10	9	6	0	4	4	4	4	10	13	8	4	4	4	4	13	11	4	4	4	4	4	15	165		
17	Margarida Toscano	10	4	4	4	4	10	8	5	4	4	4	4	4	10	10	0	4	4	4	4	7	6	4	4	4	4	4	13	151		
18	Maria Ribeiro	0	0	0	0	4	10	9	7	4	4	0	0	4	7	10	5	4	4	4	4	6	3	4	4	4	4	4	9	118		
19	Mariana Alves	0	4	4	4	4	10	8	4	4	0	4	4	0	10	11	0	0	4	4	4	15	14	4	4	0	4	4	5	133		
21	Matilde Ribeiro	10	4	4	4	4	10	5	8	0	0	4	0	0	10	7	0	0	4	4	0	2	7	4	0	4	4	4	6	109		
23	Ricardo Pato	0	0	4	4	4	10	9	13	4	4	4	4	4	10	7	4	0	4	4	4	5	6	0	4	0	4	4	10	130		
26	Sofia Almeida	10	4	0	4	4	10	9	11	4	4	4	4	4	10	10	8	0	4	4	4	12	15	4	4	4	4	4	9	168		
		Grupo I - Rochas do Canadá							Grupo II - Vulcões					Grupo III - Trilobites						Grupo IV - Rocha da Pena												
	Versão 2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8			
		4	4	4	4	4	15	4	4	4	4	15	15	4	4	4	4	4	10	15	10	10	4	4	4	4	10	13	15	200		
6	André Araújo	4	4	4	4	4	10	0	4	4	4	15	13	4	4	4	4	4	10	12	7	10	0	0	0	4	10	11	11	165		

<b>8</b>	Daniela Marques	0	4	0	4	4	3	4	4	4	4	7	10	4	0	4	4	0	10	6	2	0	0	0	4	0	10	5	4	101
<b>12</b>	Gonçalo Alves	4	4	0	0	4	10	0	4	0	4	4	8	4	4	0	4	4	10	9	9	0	4	0	4	4	10	7	3	118
<b>13</b>	Ianize Cardoso	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	5	10	4	4	4	4	4	7	0	0	0	0	0	4	4	10	5	0	109
<b>14</b>	João Soares	0	4	4	4	4	9	4	4	4	4	13	13	4	4	4	4	0	10	4	5	0	4	0	0	4	10	9	11	140
<b>15</b>	Leonor Correia	4	4	4	4	4	12	4	4	4	4	13	15	0	4	4	4	4	10	13	10	10	4	4	4	4	10	13	11	185
<b>20</b>	Mariana Trindade	0	4	4	4	4	7	4	4	4	0	13	12	4	4	4	4	0	7	12	0	0	0	4	4	4	10	8	0	125
<b>22</b>	Patrícia Pires	4	4	0	0	4	10	4	4	4	4	10	8	4	4	4	0	0	10	6	5	0	0	0	4	4	10	8	10	125
<b>24</b>	Rodrigo Jesus	4	4	4	4	4	5	0	4	4	4	8	12	4	4	4	4	4	10	0	6	0	0	4	4	4	10	10	2	127
<b>25</b>	Sofia Canas	0	4	4	4	4	10	0	4	4	4	15	0	4	4	4	4	0	7	9	5	0	4	4	4	0	10	11	12	135
<b>27</b>	Sofia Cardoso	4	4	4	4	4	9	0	4	0	4	9	12	4	4	4	0	0	10	15	10	0	4	4	0	4	10	9	9	145
<b>28</b>	Tiago Inácio	0	4	4	4	4	7	4	0	4	0	0	0	4	0	0	4	4	10	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	62
<b>29</b>	Joaquim Ferreira	0	4	0	0	4	7	0	4	4	4	8	5	4	4	4	4	4	10	6	0	10	0	4	4	4	5	4	5	112



#### 4.4. Ficha de Avaliação Prática

### O Estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos

#### ATIVIDADE 7

##### PARTE I — DE QUE FORMA PODEMOS EXPLICAR A CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS?

###### Contextualização

Leia a notícia que se apresenta de seguida:

#### Aquíferos superficiais contaminados

Alfredo Monteiro e Mabel Silva, 12 de março de 2001

A Direcção Regional do Ambiente de Lisboa e Vale do Tejo garante que, pelo menos por enquanto, não há sinais de contaminação nos aquíferos profundos do Seixal e Almada.

Em Novembro foram inspeccionados mais de 30 locais e até então os resultados revelam que os aquíferos superficiais estão de facto contaminados. Quanto aos profundos - onde a Câmara Municipal vai captar a água da rede pública - estão limpos.

Mabel Silva, a subdirectora da direcção regional do Ambiente de Lisboa e Vale do Tejo, garante que não há nenhum perigo para a saúde pública.

«O profundo não oferece problemas, mas o que nós vamos fazer é actuar de imediato sobre o superficial», afirmou a subdirectora à TSF.

«Agora, temos que saber também a origem desta contaminação, porque neste processo de descontaminação, vai ter que entrar também quem poluiu. Se a SPEL fizer parte nesse grupo, também vai ter que colaborar em termos de custos nessa descontaminação. É lógico», defende Mabel Silva.

Quanto ao iniciar do processo de descontaminação, a subdirectora garante que vai avançar «muito brevemente» e aproveita para esclarecer que «houve realmente por parte da nossa direcção regional uma necessidade de esclarecer o assunto e de actuarmos».

«Antes de tudo isto ser levantado, nós iniciámos o estudo. Não queremos de forma alguma que seja posta em risco a saúde pública», afirma a subdirectora.

## O Estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos

### ATIVIDADE 7

#### PARTE I — DE QUE FORMA PODEMOS EXPLICAR A CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS?

A contaminação de aquíferos é um problema que afeta várias regiões do nosso país. Para compreender e prever o risco de contaminação e elaborar planos de ordenamento do território é importante que se conheçam as características do material geológico.

Uma das características que se pode testar para obter este conhecimento está relacionada com a permeabilidade do material geológico em causa.

Daí surge a problemática apresentada inicialmente “De que forma podemos explicar a contaminação dos aquíferos? Será que a granulometria das areias tem influência nessa contaminação?”.

#### Como planejar e realizar a experiência?

Antes de começar o trabalho experimental, **formule uma hipótese de resposta** perante a problemática apresentada e **planifique o seu próprio protocolo experimental**.

- 1— Estabeleça um problema mais concreto (investigável) que permita responder à problemática geral?
- 2- Qual(is) a(s) variável(eis) independente(s)?
- 3- Qual(is) a(s) variável(eis) dependente(s)?
- 4— Como vou fazer variar a variável independente?
- 5— Como vou medir/observar a variável dependente?
- 6— Que fatores devo manter constantes ao longo da experiência para que esta seja válida?
- 7- O que vou fazer e como (procedimento passo a passo)?
- 8- De que materiais necessito? Elabore uma lista.
- 9- O que penso que vai acontecer e porquê?

Atividade desenvolvida por Sílvia Firmino (2016).

## O Estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos

### ATIVIDADE 7

#### PARTE II — DE QUE FORMA PODEMOS EXPLICAR A CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS?

##### Trabalho laboratorial

Realize o trabalho experimental, em conjunto com o seu grupo de trabalho, de modo a recolher as evidências necessárias.

##### Questões pós-laboratoriais

1. Construa um instrumento de recolha de dados adequado à planificação que elaborou.
2. Preencha o seguinte V de Gowin.



3. Analise as observações e as conclusões a que chegou.
4. Apresente uma resposta à questão-problema inicial.
5. Discuta a fiabilidade (precisão do método de medição) e a validade (veracidade dos resultados) dos seus resultados.
6. De acordo com todo o trabalho que desenvolveu com a atividade, de que forma pode o conhecimento dos materiais geológicos contribuir para um correto ordenamento do território?

Atividade desenvolvida por Sílvia Firmino (2016).

#### 4.5. Critérios de Correção da Ficha de Avaliação Prática

**Grelha de Correção Parte I**

Questões	Resposta	Cotação
<b>1</b>	De que forma a granulometria das areias afeta a sua permeabilidade?	8
<b>2</b>	Granulometria das areias	8
<b>3</b>	Permeabilidade das areias	8
<b>4</b>	Areias de diferentes granulometrias	8
<b>5</b>	Medindo a quantidade de água que atravessa as areias em X tempo ou medindo o tempo que x quantidade de água demora a atravessar as areias	8
<b>6</b>	Água ou tempo	8
<b>7</b>	Ex: Colocar determinado volume de areia num funil; Verter x quantidade de água no funil; Medir o tempo que a água demora a atravessar o funil. Repetir o mesmo procedimento para as areias de diferentes granulometrias.	8
<b>8</b>	Gobelés; Funis; Areias de diferentes granulometrias; Água; Proveta graduada; Cronómetro.	6
<b>9</b>	Resposta concordante com a argumentação do aluno e com lógica para o problema.	8
<b>Total</b>		<b>70</b>

### Grelha de Correção do V de Gowin

Ala Concetual	<ul style="list-style-type: none"><li>• As areias são sedimentos constituintes de arenitos, rochas sedimentares detríticas, formadas por sedimentos de rochas pré-existentes.</li><li>• Os sedimentos podem apresentar diferentes granulometrias (dimensão dos sedimentos).</li><li>• As areias podem ser permeáveis e porosas, sendo a permeabilidade o fator em estudo.</li><li>• A permeabilidade é a capacidade das areias se deixarem atravessar por água.</li></ul>	30								
Questão central	De que modo a granulometria das areias afeta a sua permeabilidade?	5								
Procedimento	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mede-se o mesmo volume de detritos de diferentes granulometrias (grão grosseiro, grão intermédio e grão fino)</li><li>2. Mede-se numa proveta o volume de água a utilizar</li><li>3. Coloca-se num funil algodão, para funcionar como crivo</li><li>4. No funil coloca-se um tipo de sedimentos</li><li>5. Verte-se sobre os sedimentos a água da proveta</li><li>6. Regista-se o tempo que a água demora a passar</li><li>7. Repete-se os passos 2 a 6 para os dois detritos de diferente granulometria</li></ol>	15								
Resultados	<p>Exemplo:</p> <table><thead><tr><th>Tipo de grão</th><th>Tempo que a água demorou a atravessar</th></tr></thead><tbody><tr><td>Grosso</td><td></td></tr><tr><td>Intermédio</td><td></td></tr><tr><td>Fino</td><td></td></tr></tbody></table>	Tipo de grão	Tempo que a água demorou a atravessar	Grosso		Intermédio		Fino		30
Tipo de grão	Tempo que a água demorou a atravessar									
Grosso										
Intermédio										
Fino										
Discussão	A discussão não deve ser uma descrição dos resultados.	30								
Conclusão	A conclusão deve conter as críticas ao trabalho.									
Críticas e Aspetos Gerais	Linguagem clara e objetiva, com coerência entre as diversas partes do relatório. Rigos científico adequado ao objetivo do trabalho.	20								
Total		130								

#### 4.6. Grelha de cotações da ficha de avaliação prática

		Planificação									subtotal
	Questões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Nomes	8	8	8	8	8	8	8	6	8	70
<b>1</b>	Afonso	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4
<b>2</b>	Alexandre	8	8	8	8	7	6	8	6	8	67
<b>3</b>	Ana Narciso	8	8	8	8	0	4	2	4	0	42
<b>4</b>	Ana Veiga	5	1	8	4	0	8	4	5	8	43
<b>5</b>	Ana Rodrigues	6	5	8	0	2	6	6	5	3	41
<b>6</b>	André	8	8	8	8	7	8	3	2	8	60
<b>8</b>	Daniela	8	8	8	8	0	4	0	4	4	44
<b>9</b>	Diogo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<b>11</b>	Francisco	8	0	0	8	0	6	0	3	0	25
<b>12</b>	Gonçalo	0	4	8	4	4	0	3	0	0	23
<b>13</b>	Ianize	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>14</b>	João	5	0	0	8	8	8	4	3	0	36
<b>15</b>	Leonor	8	8	8	8	6	8	6	6	5	63
<b>16</b>	Luísa	7	8	6	8	8	8	8	6	8	67
<b>17</b>	Margarida	7	5	8	8	0	8	4	6	5	51
<b>18</b>	Maria Inês	0	8	8	8	0	5	0	5	6	40
<b>19</b>	Mariana Alves	8	8	8	8	3	8	0	3	8	54
<b>20</b>	Mariana Trindade	8	8	0	0	0	7	7	6	0	36

<b>21</b>	Matilde	8	2	0	4	2	0	0	2	0	<b>18</b>
<b>22</b>	Patrícia	6	0	0	0	2	1	3	3	0	<b>15</b>
<b>23</b>	Ricardo	5	0	0	0	0	1	4	3	0	<b>13</b>
<b>24</b>	Rodrigo	8	0	0	7	0	8	0	2	0	
<b>25</b>	Sofia Canas	8	4	8	4	0	4	0	2	0	<b>30</b>
<b>26</b>	Sofia Almeida	8	6	8	0	6	3	0	0	0	<b>31</b>
<b>27</b>	Sofia Cardoso	8	8	0	4	4	4	3	2	2	35
<b>28</b>	Tiago	2	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
<b>29</b>	Joaquim	6	6	8	8	4	12		8		52

		Relatório														
	Questões	Introdução (30)			Método (15)	Resultados (30)		Discussão (30)			Críticas (10)	Aspetos gerais (10)			Subtotal	Total
	Nomes	5	15	15	15	20	10	10	10	10	10	2	4	4	130	200
		Questão Central	Informação teórica pertinente (foco)	Informação suficiente para a discussão dos resultados (pesquisa direcionada para o objetivo e a discussão)	Procedimento descrito passo a passo (de modo a poder ser repetido)	Resultados/esquemas claros e segundo as normas (qualidade, legendas, ampliação)	Resultados orientados para a consecução do objectivo do trabalho.	Os resultados obtidos são, de facto, analisados e interpretados (não se tratando de 1 mera repetição dos resultados).	A discussão vai ao encontro do objectivo do trabalho e é aprofundada	Integração de informação teórica (incluída na introdução) e evidências, sendo clara a distinção entre elas	Discutem-se tb os resultados não alcançados, apontando-se hipóteses explicativas, possíveis falhas na execução experimental e formas de melhorar a metodologia.	Linguagem clara e objectiva. O relatório apresenta coerência entre as partes	Processamento de informação tendo em conta o objetivo do trabalho, não revelando plágio	Rigor científico e detalhe adequados ao objectivo do trabalho		
1	Afonso	4	6	6	5	20	5	0	5	0	2	0	4	0	57	61
2	Alexandre	5	10	10	15	20	10	10	10	10	10	2	4	4	120	187
3	Ana Narciso	2	5	5	9	5	0	5	0	0	2	1	4	0	38	80
4	Ana Veiga	2	10	10	15	20	5	0	0	0	5	1	4	4	76	119
5	Ana Rodrigues	5	12	12	13	20	10	10	10	10	10	2	4	2	120	161
6	André	4	10	10	13	20	10	10	10	10	7	2	4	2	112	172
8	Daniela	2	8	8	13	20	10	10	10	10	2	1	4	2	100	144
9	Diogo	2	5	5	13	20	5	5	10	0	0	1	4	1	71	76
11	Francisco	5	11	11	14	10	10	7	8	8	10	1	4	1	100	125



<b>12</b>	Gonçalo	4	9	9	10	20	10	5	10	0	2	1	4	1	85	108
<b>13</b>	Ianize	0	6	6	14	20	5	5	5	10	0	2	4	2	79	81
<b>14</b>	João	4	10	10	15	20	10	0	5	0	4	2	4	3	87	123
<b>15</b>	Leonor	5	15	12	15	20	10	10	10	10	8	2	4	4	125	188
<b>16</b>	Luísa	5	7	7	15	20	10	10	10	10	10	2	4	4	114	181
<b>17</b>	Margarida	5	8	8	15	20	10	0	10	5	0	2	4	3	90	141
<b>18</b>	Maria Inês	5	7	7	10	20	10	10	5	5	10	2	4	3	98	138
<b>19</b>	Mariana Alves	5	15	15	15	20	10	10	5	10	3	2	4	3	117	171
<b>20</b>	Mariana Trindade	4	10	10	10	20	10	10	10	10	0	2	4	2	102	138
<b>21</b>	Matilde	5	7	7	15	20	10	0	10	5	0	1	4	3	87	105
<b>22</b>	Patrícia	5	7	7	15	20	10	10	10	10	3	2	4	2	105	120
<b>23</b>	Ricardo	5	9	9	15	15	5	0	10	10	0	1	4	1	84	97
<b>24</b>	Rodrigo	5	5	6	15	15	10	5	5	5	0	1	4	1	77	77
<b>25</b>	Sofia Canas	5	7	7	12	20	10	5	10	5	3	2	4	3	93	123
<b>26</b>	Sofia Almeida	5	7	7	15	20	10	0	10	0	2	2	0	4	82	113
<b>27</b>	Sofia Cardoso	5	15	15	15	20	10	0	10	10	4	1	1	3	109	144
<b>28</b>	Tiago	5	8	8	15	5	0	5	10	0	0	1	4	1	62	64
<b>29</b>	Joaquim	5	5	5	15	20	10	5	10	5	0	1	4	3	88	140

## **Apêndice 5**

PowerPoints de apoio às aulas

## 5.1 Aula 1

1

# Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano

BIOLOGIA E GEOLOGIA, 11.º ANO

2

# Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano

1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento
2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres
3. Recursos geológicos – exploração sustentada

3

# Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano

1. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres
2. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento
3. Recursos geológicos – exploração sustentada

4

# Processos e Materiais Geológicos Importantes em Ambientes Terrestres

BIOLOGIA E GEOLOGIA, 11.º ANO

5

# Grandes temas da unidade

```

graph TD
    F[Fósseis - arquivos históricos da vida na Terra] --- RS[Rochas Sedimentares]
    RS --- RM[Rochas Magmáticas]
    RS --- DM[Deformação das Rochas]
    RM --- DM
    DM --- M[Minerais]
    
```

6

# Roteiro de aulas

```

graph LR
    A[1 Apresentação do tema] --> B[2 Fósseis - arquivos históricos da vida na Terra]
    A --> C[3 Formação das Rochas Sedimentares]
    B --> C
    C --> D[4 Classificação das Rochas Sedimentares]
    
```

## Novelas gráficas pedagógicas

- Novelas
  - Género literário adaptável
  - Potencial de relação estética e dialógica entre o autor e o seu "herói"
- Gráficas
  - Fidelidade visual com a atividade que representam
- Pedagógicas
  - Foco em atividades ensino e aprendizagem

## Novelas Gráficas Pedagógicas

Grupos de 4

Fotografar/Filmar atividades práticas

Construir a novela

## Microsoft One Note



## Atividades Práticas a realizar

## Atividades Práticas a realizar

- Observação de rochas sedimentares em amostra de mão
- Reconstituição de paleoambientes
- Atividade experimental acerca do armazenamento de água
- Saída de Campo
- Entre outras

## Microsoft One Note



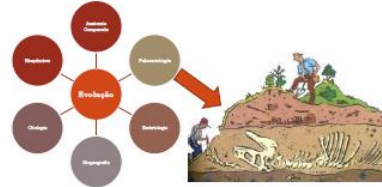
## 5.2. Aula 2

### A preservação do registo da evolução biológica

Biologia e Geologia 11.º ano



### A preservação do registo da evolução biológica



### Biologia e Geologia



### Reconstituição da história do planeta Terra

#### Princípio das Causas Atuais

“O presente é a chave do passado”

### Reconstituição da história do planeta Terra

· Implica:

- ♦ Compreender como se formam diferentes rochas;
- ♦ Conhecer as alterações que ocorreram nas rochas desde a sua formação até à atualidade;
- ♦ Datar a formação das rochas;
- ♦ Estudar as formas de vida que habitavam o nosso planeta nos tempos geologicamente remotos.

### Fósseis

“Todo e qualquer vestígio identificável, somático ou de atividade orgânica, de organismos pretéritos conservados em contextos geológicos.”



### Processos de Fossilização

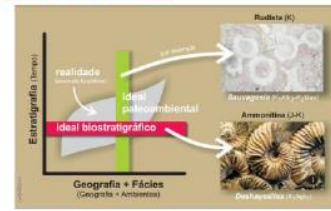
Processos de preservação de restos de organismos ou vestígios da sua atividade ao longo do tempo.



### 5.3. Aula 3

## Fósseis – arquivos históricos da vida na Terra

### Tipos de Fósseis



### Fósseis de Idade (estratigráficos)

- Fossilizam facilmente, por possuírem estruturas resistentes que se preservam;
- São provenientes de organismos abundantes, que apresentavam ampla distribuição geográfica e que permitem que sejam atualmente utilizados na datação de estratos em diferentes pontos do globo;
- Distribuição restrita no tempo, o que permite que a sua presença permita identificar um curto espaço de tempo geológico.

### Fósseis de Idade (estratigráficos)



Fóssil de Trilobites

### Fósseis de Fácies (Ambiente)

- São fundamentais para caracterizar os ambientes de formação e, por isso, reconstituir o passado;
- Tendem a estar limitados a ambientes restritos por longos períodos de tempo.



Fóssil de Coral

### Fósseis Vivos

- Seres que habitam a Terra desde há milhões de anos e que, para além de existirem atualmente, são encontrados, também, sob a forma fóssil.



Ginkgo biloba



Eumecurus polyphemus

Como é possível reconstituir os ambientes povoados pelos seres vivos?



## Datação Absoluta (radiométrica)

**Radiométrica** Permite estimar a idade das rochas em milhões de anos

Baseia-se no decaimento radioativo de um determinado isótopo radioativo

Este decaimento não é afetado por condições ambientais, como a temperatura ou a pressão

## Datação Relativa

- Permite determinar a antiguidade de um estrato relativamente a outro.
- Sequência cronológica de acontecimentos e estruturas geológicas.

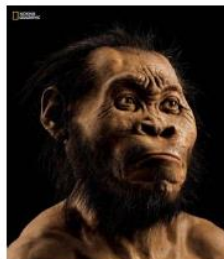
**Estratigrafia**  
Ramo da geologia que estuda e descreve os estratos.

## Princípios Estratigráficos

- Princípio da Sobreposição
- Princípio da Continuidade Lateral
- Princípio da Identidade Paleontológica
- Princípio da Intersecção
- Princípio da Inclusão

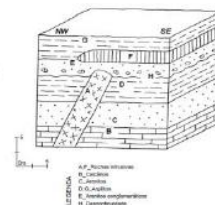
## Princípios Estratigráficos

• Ficha de Trabalho 1



## Princípios Estratigráficos

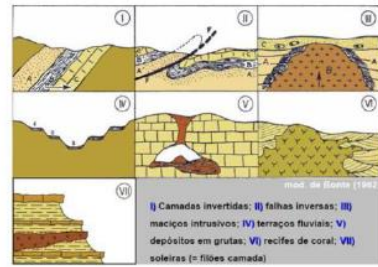
• Ficha de Trabalho 1



## Princípio da Sobreposição

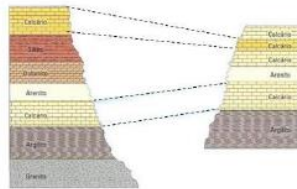


13



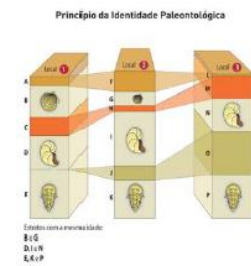
14

## Princípio da Continuidade Lateral



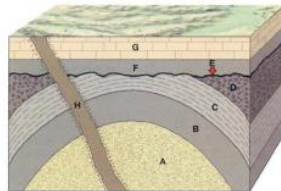
15

## Princípio da Identidade Paleontológica



16

## Princípio da Interseção



17

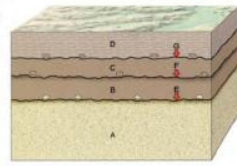
## Filões



18

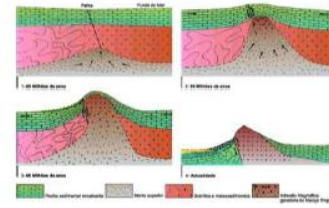


## Princípio da Inclusão



19

## Formação da Serra de Sintra



20

## Descontinuidades

É uma discordância em que o conjunto de camadas superiores recobre rochas ígneas ou metamórficas.



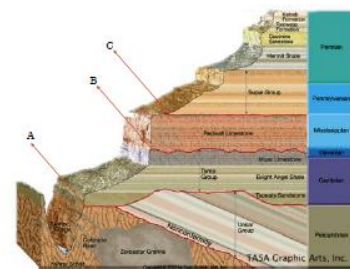
Quando a superfície de determinada unidade geológica se junta a uma deformação tectónica.

Corresponde a uma discordância em que o conjunto superior de camadas assenta sobre uma superfície erosiva desenvolvida sobre um conjunto de camadas não deformadas.



Não há diferença de atitude entre unidades sobrepostas ainda que, às vezes, faltem diversos conjuntos líticos.

21



22



Grand Canyon, Arizona, EUA

23

## Em suma:



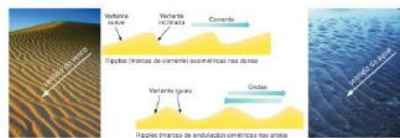
24

## 5.4. Aula 4

### Reconstituição Paleoambiental

### Ambientes Sedimentares

### Reconstituição Paleoambiental



### Estratificação Entrecruzada

Ocorre principalmente nos depósitos eólicos, em que os estratos podem não se depositar horizontalmente, mas com ângulos que podem atingir os 35° relativamente ao plano horizontal.

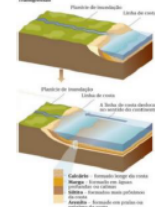


### Granoseleção



### Transgressão marinha

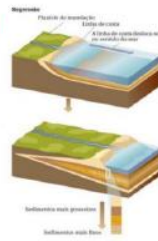
As transgressões correspondem ao avanço da linha de costa pelo continente e podem ser testemunhadas nos estratos formados pela deposição de sedimentos quando a ocorrência destes fenômenos. A transgressão marinha resulta da subida do nível do mar ou da subsidência do continente.



## Regressão marinha

As regressões marinhas correspondem ao recuo da linha de costa e podem ser testemunhadas nos estratos formados pela deposição de sedimentos aquando a ocorrência destes fenómenos.

A regressão marinha é o resultado da descida do nível do mar ou da elevação dos continentes.



## Variações eustáticas

• Causas:

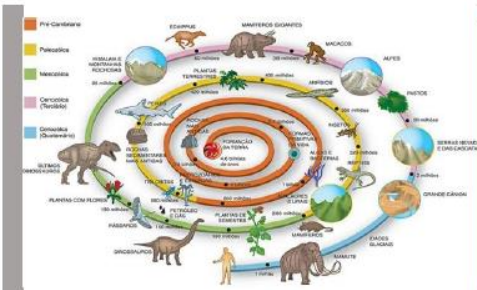
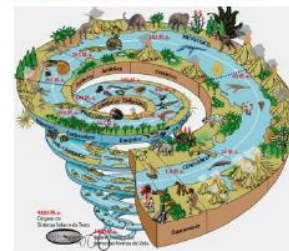
1. Glaciares
2. Tectónicas
3. Eustasias no geóide

## Reconstituição Paleoambiental

• Baseia-se em estudos de:

1. Fósseis
2. Geocronologia
3. Descontinuidades estratigráficas
4. Granoseleção

## Breve História da Terra



## Escala de Tempo Geológico

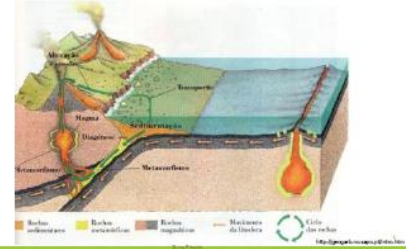
Época	Época	Período	Tempo (Ma)	
Ereozoico	Quaternário	Quaternário	0 - 2,6	
		Pleistoceno	2,6 - 0,2	
		Holoceno	0,2 - 0	
	Neogenico	Plioceno	5 - 2,6	
		Quaternário	2,6 - 0,2	
		Quaternário	0,2 - 0	
	Paleogenico	Eoceno	65 - 34	
		Oligoceno	34 - 23	
	Mesozoico	Cretácico	Cretácico	145 - 65
			Jurássico	201 - 145
Triássico		Triássico	252 - 201	
		Permiano	252 - 201	
Carbonífero		Carbonífero	360 - 252	
		Devónico	360 - 252	
Silúrio		Silúrio	444 - 360	
		Ordoviciano	444 - 252	
Permiano		Permiano	252 - 201	
		Carbonífero	360 - 252	
Proterozoico	Arcaico	252 - 4000		
	Hadaico	4000 - 4500		

## 5.5. Aula 5

### CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS SEDIMENTARES

Biologia e Geologia - 11.º ano

### Ciclo das Rochas

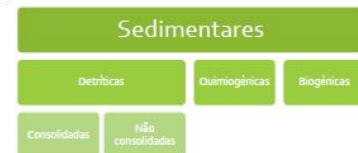


### Rochas Sedimentares



### Classificação de Rochas Sedimentares

De acordo com a origem dos sedimentos, as rochas sedimentares classificam-se em:

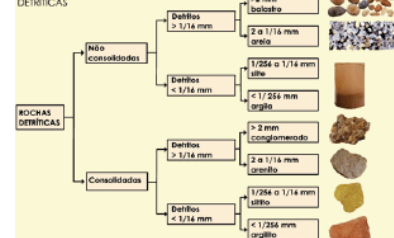


Descobre quem sou, dir-te-ei de onde venho!

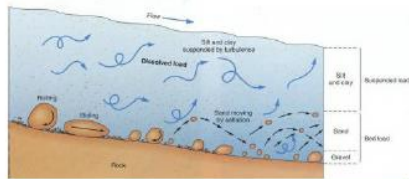
Ficha de Trabalho 4



### CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS SEDIMENTARES: DETRÍTICAS

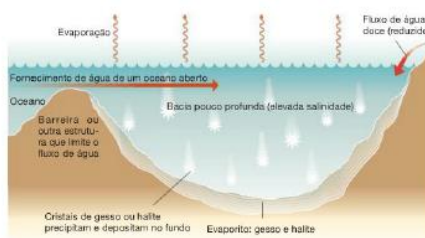


### Transporte de sedimentos detríticos pelos cursos de água



### Rochas Sedimentares Quimiogénicas

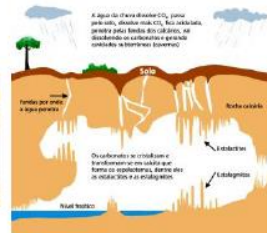
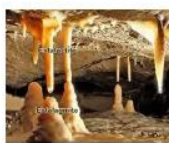
• Rochas formadas pela precipitação de compostos químicos que se encontravam dissolvidos numa solução aquosa.



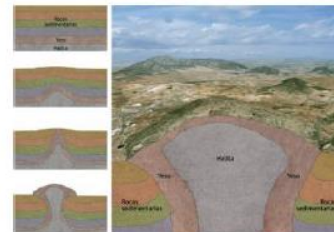
### Rochas Sedimentares Quimiogénicas



### Grutas

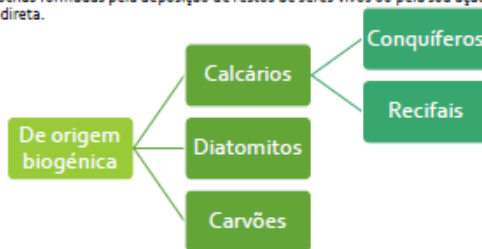


### Domos Salinas



### Rochas Sedimentares Biogénicas

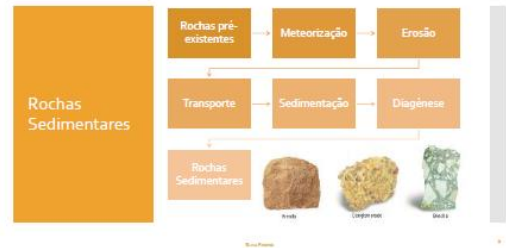
• Rochas formadas pela deposição de restos de seres vivos ou pela sua ação indireta.



## 5.6. Aula 6

# Formação de Rochas Sedimentares

Biologia e geologia - 11.º ano



## Meteorização

Alteração mecânica e/ou química das rochas existentes quando expostas às condições superficiais, sem ocorrer transporte.

## Meteorização Física

Fragmentação de um mineral ou rocha em fragmentos de menores dimensões, sem modificar a sua composição química.

### Esfoliação

As rochas expandem e fragmentam-se quando as camadas superiores são removidas, diminuindo a pressão a que as rochas estão sujeitas.

### Haloclastia

A formação de cristais de sal nas fendas por evaporação da água provoca a fragmentação das rochas.

### Crioclastia

As variações da temperatura podem originar cristais de gelo nas fendas das rochas que expandem e sofrem fragmentação.

## Meteorização Física

### Termoclastia

O aumento brusco da temperatura expande a forma diferente os diversos minerais que se contraem com o amolecimento extremo, aumentando a fragilidade da rocha.

### Abrasão

As rochas e os minerais colidem numa corrente em movimento (por exemplo, vento).

### Seres Vivos

As raízes de árvores de grande porte podem ser responsáveis pela expansão das fendas.

## Meteorização Química

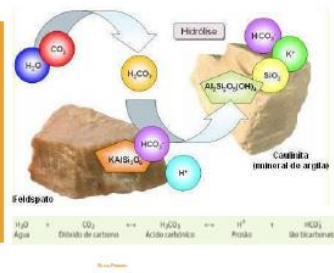
A estrutura interna do mineral sofre alteração, com remoção ou adição de alguns elementos químicos e a formação de novos minerais mais estáveis para as condições superficiais.

Os principais processos são:

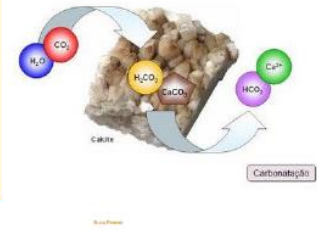
1. Hidrólise
2. Carbonatação
3. Oxidação
4. Dissolução



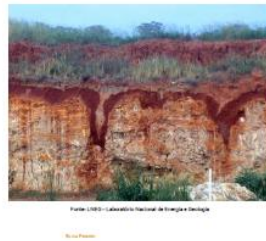
## Hidrólise



## Carbonatação



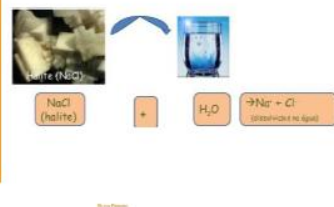
## Terra Rossa



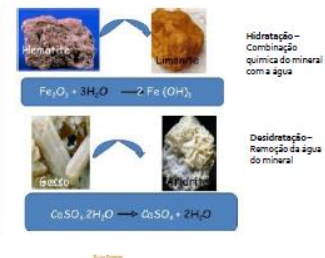
## Oxidação



## Dissolução



## Hidratação/Desidratação



Meteorização

Ficha de Trabalho 3

Meteorização do Granito

Resistência dos Minerais à Meteorização

Sedimentogênese

Tipos de Sedimentos

Detriticos ou Clastos	De origem química	De origem biogénica
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultantes da alteração de rochas aflorantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultam da precipitação de substâncias dissolvidas na água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultam de restos de seres vivos.</li> </ul>



## 5.7. Aula 7

# Classificação de Rochas Sedimentares

Biologia e Geologia . 11.º ano

1

## Classificação de Rochas Sedimentares

• De acordo com a origem dos sedimentos, as rochas sedimentares classificam-se em:



John P. Hise

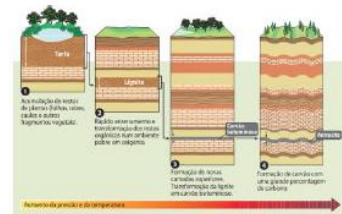
## Rochas Sedimentares Biogénicas

- Rochas formadas pela deposição de restos de seres vivos ou pela sua ação indireta.



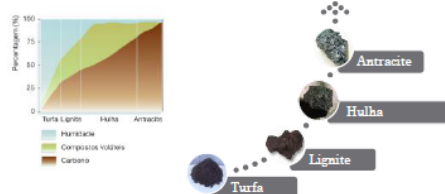
Quesada

### Como se forma o carvão?



1000

## Classificação dos carvões



100

## Turfa

- Elevada porosidade;
- Cor acastanhada;
- Presença de restos vegetais;
- Contém 45 a 60 % de carbono;
- Ambientes pantanosos.

**Number**

## Lignite

- Rocha mais leve que a turfa;
- Cor castanha-escura;
- Composta entre 65% a 75% de carbono.

8

## Hulha ou Carvão betuminoso

- Carvão mais suave e leve;
- Com uma percentagem de carvão entre os 75% e os 90%;
- Baixo teor em água.

9

## Antracite

- Último estágio de formação dos carvões;
- Com uma percentagem de carbono que varia entre os 90% e os 93%.

9

## Será o petróleo uma rocha?

### NÃO

Porque não se encontram no estado líquido.



Petróleo (petroleum) = óleo de pedra

### SIM

Tem origem na diagénese de material orgânico, que se encontra associado a rochas sedimentares.

10

### Rocha-cobertura

Rocha impermeável que impede os hidrocarbonetos de se escaparem da Rocha Armazém.

### Rocha-armazém

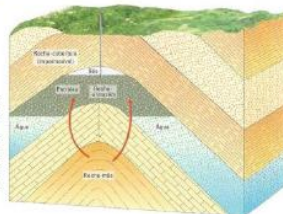
(Reservatório)

Rocha porosa e permeável.

### Rocha-mãe

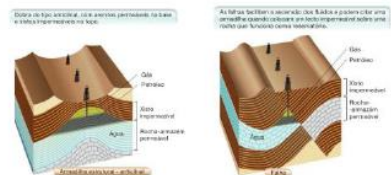
Espessa camada que fornece a matéria orgânica, que quando sujeita a elevadas condições de pressão e temperatura, sofre modificações químicas e é transformada progressivamente em fluidos líquidos ou gasosos.

## Armadilha Petrolífera



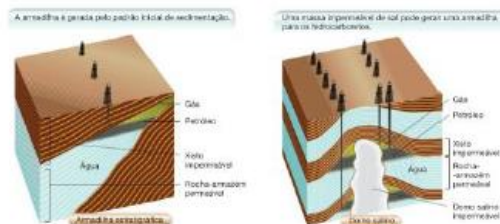
11

## Tipos de Armadilhas Petrolíferas



12

## Tipos de Armadilhas Petrolíferas



13

## 5.8. Aula 8

### Formação de Rochas Sedimentares

Biologia e geologia - 11.º ano

### Rochas Sedimentares

### Erosão

Conjunto de processos pelos quais o solo e as rochas são libertados e transportados.

### Sedimentogénese

#### Tipos de Sedimentos

Detriticos ou Clastos	De origem química	De origem biogénica
Resultantes da alteração de rochas aflorantes.	Resultam da precipitação de substâncias dissolvidas na água.	Resultam de restos de seres vivos.

### Transporte

Movimentação do material meteorizado para uma nova região.

Agentes de Transporte:

- Gravidade
- Água
- Glaciares

### Transporte

## Sedimentação ou Deposição

Deposição dos sedimentos pela ação da gravidade ou pela modificação das condições do meio, que provoca a precipitação do material dissolvido.

Rita Pinho

## Diagénese

Mudanças físicas e químicas que ocorrem nos sedimentos em consequência do seu afundamento e que resultam na litificação. No final, origina-se uma rocha sedimentar consolidada.

### Compactação

### Cimentação

Rita Pinho

## Diagénese



Rita Pinho

## Ficha de Trabalho 5



Recriação de uma paisagem fluvial no período da Cretácica (do Rio Tago para o rio Tejo e o rio Sado).

Rita Pinho

## 5.9. Aulas de Avaliação Prática

**1**

### O Estudo das Rochas Sedimentares na exploração dos recursos geológicos

De que forma podemos explicar a contaminação dos aquíferos?

Biologia e Geologia, 11.º ano

**2** Aquífero (exemplo)

Fuente: DAE (Departamento de Água e Energia Urbana)

**3**

### De que forma podemos explicar a contaminação dos aquíferos?

Porosidade total aumenta

Permeabilidade diminui

**4**

### Porosidade dos solos

$$P_t = \frac{V_T - V_s}{V_T}$$

Pt= porosidade total  
Vt= Volume total da amostra  
Vs= Volume de sólidos da amostra

**5**

### Problema?

- **Variável independente?**  
Fator em estudo, o que é manipulada
- Variável dependente?**  
Pressupõe-se que depende do fator em estudo
- Variáveis a controlar?**  
Manter constantes

**6**

### Procedimento

**7**

### V de Gowin

## 5.10. Aula de pré-saída de campo

Saída de Campo

“Contar o passado, viver o presente e pensar o futuro!”

Biologia e Geologia . 11.º ano



### Locais da Saída de Campo



2

### Componentes da Saída de Campo

1. Estudo da zona intertidal da praia da Bafureira
2. Estudo do Complexo Dunar da Cresmina
3. Contextualização geológica da Praia da Bafureira



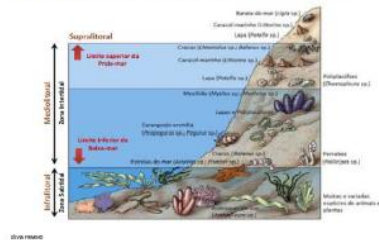
3

### Locais da Saída de Campo



4

### Intertidal da Praia da Bafureira



5

### Contextualização Geológica da Região



6





## 5.11. Aula de pós-saída de campo

Saída de Campo

**“Contar o passado, viver o presente e pensar o futuro!”**

Biologia e Geologia . 11.º ano



### Componentes da Saída de Campo



1. Estudo da zona intertidal da praia da Bafureira

Como se relacionam os fatores bióticos e abióticos na zona intertidal?

2. Estudo do Complexo Dunar da Cresmina

De que forma é possível estabelecer a sucessão dunar da Duna da Cresmina?

3. Contextualização geológica da Praia da Bafureira

De que forma era a paisagem da Bafureira antes, aproximadamente, 120 M.a.s e 95 M.a.s?

2

### Póster Científico

1. Título (apelativo e relacionado com a problemática)
2. Introdução (mínimo de informação concetual)
3. Objetivo
4. Metodologia
5. Resultados (em forma gráfica com discussão)
6. Conclusão (Relevância do trabalho e estudos futuros)
7. Referências Bibliográficas



3

### Regras para o póster científico

Tamanhos de letra  
24 para o texto  
34 para cabeçalhos  
70 para o título

Medidas do Póster  
84,1 cm de altura  
59,4 cm de largura


Tipo de letra  
Arial  
Verdana  
Tahoma

4



**Apêndice 6**  
Póster Científico

## 6.1. Exemplos de pósters científicos



Escola Secundária Vergílio Ferreira - ESVF

# PRAIA DA BAFUREIRA

Praia oculta cheia de história


Alves, Mariana; Almeida, Sofia; Cardoso, Sofia  
Maio de 2016

### OBJETIVO


Através da observação da composição geológica da praia da bafureira procurou-se identificar e analisar as estruturas geológicas integrantes da paisagem.

### INTRODUÇÃO

Na génese de qualquer formação geológica estão as rochas e todos os processos físicos e químicos aos quais estas estão sujeitas. É através dos fósseis de fâcies, seres que viveram num longo período de tempo, tendo uma distribuição geográfica restrita, e de características como o tamanho e arredondamento dos grãos, que será possível tirar conclusões em relação ao ambiente de formação destas estruturas.




As rochas podem-se distinguir em três grupos: sedimentares, magmáticas e metamórficas. Atentando nestas primeiras, podemos subdividi-las segundo a sua composição em: detriticas, formadas por sedimentos provenientes de outras rochas; quimiogénicas, se forem compostas por água com sais minerais dissolvidos e biogénicas, se na sua constituição existirem restos de seres vivos.



A formação destas rochas pode estar associada a zonas de baixo hidrodinamismo, como os lagos, rios e estuários, ou associada a regiões de intensa atividade geológica, como por exemplo, as costas. Posteriormente, esta estrutura poderá sofrer tensões listostáticas ou não litostáticas que irão originar falhas, podendo, ainda, ocorrer intrusões de outro tipo de materiais, como os magmas basálticos.

### OBSERVAÇÕES



→ Pode-se observar a coluna estratigráfica, formada, sequencialmente, por: argilas, rochas com presença de matéria orgânica, arenitos e calcários.

Figura 1.





Figura 2.                      Figura 3.

1 - Filão basáltico (dique)    2 - Falha

### METODOLOGIA

- 1.º Estudou-se o complexo geológico da Praia da Bafureira;
- 2.º Saída de campo;
- 3.º Efetuou-se um registo fotográfico e escrito;
- 4.º Refletiu-se sobre a informação vista e recolhida;
- 5.º Efetuou-se um poster científico.

### CONCLUSÃO

Praia oculta e cheia de história. É assim que descrevemos a paisagem e todo o seu contexto geológico, desde as falhas e filão, até às colunas estratigráficas. Associado a estas formações, estão subjacentes diversos fatores determinantes para a construção da paisagem observada, tais como, a granulometria e o hidrodinamismo. Posto isto, relativamente à Figura 1, na base da coluna observada estão argilites e argilas (rochas sedimentares detriticas), sendo que, para se depositarem necessitaram de um ambiente de grande profundidade e de baixo hidrodinamismo. Entre estas, ocorreu a formação de matéria orgânica, que poderá dar origem a carvão (rochas sedimentares biogénicas). Imediatamente acima, regista-se a presença de areias e arenitos (rochas sedimentares detriticas), materiais que se depositaram segundo condições semelhantes às das argilas, ainda que possuam grãos de maiores dimensões. Por fim, é possível distinguir-se uma camada de calcários (rochas sedimentares quimiogénicas), compostas por carbonato de cálcio, que precisarão de condições favoráveis para precipitar. Na Figura 2 e 3 podemos observar um filão (dique) basáltico e uma falha, sendo que a sua génese está, respetivamente, associada a regiões vítimas de elevadas tensões e de intrusões magmáticas. Em suma, são estas variáveis que conferem à Praia da Bafureira, não só uma paisagem em constante construção, mas também o mistério necessário para que não careça de histórias e de elementos intrigantes.

### BIBLIOGRAFIA

[https://flexiblelearning.auckland.ac.nz/rocks\\_minerals/rocks/](https://flexiblelearning.auckland.ac.nz/rocks_minerals/rocks/). Acedido em 9/05/2016





# HABITANTES DO INTERTIDAL

## Relação entre fatores bióticos e abióticos na zona intertidal

Narciso, Ana; Veiga, Ana; Dias, Diogo; Cardoso, Ianize

Maio de 2016

### Introdução

Situada no Concelho de Cascais entre a Praia de S. Pedro e a Praia das Avencas, a Praia da Bafureira é uma praia caracterizada pela sua extensa plataforma rochosa que fica gradualmente exposta durante a baixa-mar sendo, por isso, de fácil observação a vasta diversidade biológica lá existente. A fronteira entre o mar e a terra, o litoral, constitui um local dinâmico uma vez que se encontra sujeito à interação de vários factores. Embora esta zona ocupe uma área minúscula quando comparada com a imensidão dos oceanos, a vida que lá existe é bastante complexa.

A zona entre-marés, também chamada de intertidal, é uma área restrita de transição, onde os limites do mar e da terra se confundem ao ritmo das marés. Esta zona fica exposta ao ar durante a maré baixa e permanece submersa durante o resto do tempo. Devido às suas características específicas, a distribuição dos seres vivos que habitam nestas áreas está condicionada por fatores físico-químicos e biológicos, fazendo com que estes possuam características que lhes permitem uma rápida adaptação às diferentes condições. Por conseguinte, os seres estão dispostos de maneira heterogênea, sendo a sua identificação feita pela localização de povoadamentos dos organismos típicos de cada um dos chamados Andares do Sistema Litoral.

A zona intertidal compreende o andar Supralitoral, área superior da plataforma, permanecendo mais tempo exposta ao ar, onde somente chegam salpicos da água do mar, o Medioltoral, área intermédia, submersa durante a maré alta e exposta durante a maré baixa, e o Infralitoral, região permanentemente submersa. São também frequentes zonas de charcos ou pequenas poças na zona intertidal que servem, muitas vezes, de habitat para seres vivos.



Vista geral da zona intertidal

### Objetivos

Relacionar os fatores bióticos e abióticos na zona intertidal e dar a conhecer os incríveis seres nas suas diferentes zonas.

### Método

Perante a problemática apresentada, procedeu-se a um estudo acerca das espécies existentes na Zona Intertidal, o que se seguiu de uma saída de campo para recolha de dados, principalmente através da observação e registos fotográficos

### Resultados

#### Zona Supralitoral

*Chthamalus**Patella lusitanica*

#### Zona Medioltoral

*Sabellaria alveolata*

#### Zona Infralitoral

*Actinia equina**Actinia fragaria**Anemonia viridis**Asterias rubens**Carolina elongata**Eulalia sp**Gobius gasteveniei**Palaemonetes varians**Paracentrotus lividus**Ulca sp**Gibbula umbilicis*

### Discussão

Os organismos encontrados na zona infralitoral passam a maior parte da sua vida submersos em poças (que simbolizam a maré) e é por isso que existe uma maior variabilidade biológica nessa zona.

Os organismos encontrados na zona médiolitoral sobrevivem metade do dia fora de água (ao longo da maré baixa) e a outra metade de baixo de água (durante a maré cheia).

Os organismos encontrados na zona supralitoral sobrevivem grande parte da sua vida fora de água onde somente chegam alguns salpicos de água.

Os principais problemas encontrados nestas zonas devem-se à intervenção humana, seja pela destruição do habitat, com a remoção do substrato ou de seres vivos, seja pela poluição das águas que irrigam estas zonas.

É de grande importância a manutenção e conservação destes habitats seja pela sua importância estética seja pelo equilíbrio do ecossistema marinho.

### Referência bibliográfica

[http://www.cienciaiviva.pt/veraocv/2013/downloads/Boletim\\_Informativo%20\(Praia%20de%20S.%20Pedro%20do%20Estoril\)%20\(2012\).pdf](http://www.cienciaiviva.pt/veraocv/2013/downloads/Boletim_Informativo%20(Praia%20de%20S.%20Pedro%20do%20Estoril)%20(2012).pdf)  
<http://know.net/cienterravida/biologia/zona-intertidal/>  
<http://zonaintertidalseresvivos.blogspot.pt/search?updated-min=2013-01-01T00:00:00-08:00>



# DUNAS, SÃO COMO DIVÃS

Zonação da Duna da Cresmina baseada nas espécies vegetais

Correia, Leonor; Gomes, Luísa; Ribeiro, Maria Inês ; Trindade, Mariana

Maio 2016

## INTRODUÇÃO

O complexo dunar da Cresmina está localizado na zona sul do Parque Natural de Sintra-Cascais. Este resultou de um contínuo transporte de areias provenientes das praias do Guincho e da Cresmina por um corredor eólico, regressando posteriormente ao mar após migrar sobre a plataforma rochosa do Cabo Raso.

Sendo este um sistema ativo e semiaberto, extremamente instável, os seus habitats naturais caracterizam-se por um frágil equilíbrio ecológico de solos pobres (areias) e condições climáticas adversas (ventos fortes, carregados de sal). Apesar da fragilidade destes cordões dunares, estes apresentam-se como estruturas geológicas muito importantes na proteção dos terrenos interiores da subida do nível do mar.



Fig.1 Orientação dos ventos

Desta forma, pode ser reconhecida uma zonação de espécies vegetais, desde as comunidades que se estabelecem próximo do mar, até às que colonizam as dunas interiores : comunidades das pré-dunas , comunidades das dunas embrionárias, comunidades das dunas primárias e comunidades das dunas secundárias.

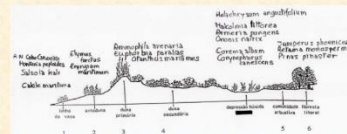


Fig.2 Zonas de uma Duna

## OBJETIVO

Estabelecer a zonação dunar da duna da Cresmina.

## METODOLOGIA

Perante o objetivo apresentado, fez-se uma pesquisa prévia sobre o local em estudo e, posteriormente, visitou-se o local para recolher evidências fotográficas do mesmo.

Fez-se uma observação cuidadosa deste, analisando os seus detalhes e características, como a variação da vegetação de zona para zona, os mecanismos de proteção e por último, os sinais existentes de avanço ou recuo da duna.

## OBSERVAÇÕES E DISCUSSÃO

De acordo com os dados observados, foi possível identificar vários tipos de espécies vegetais. De entre estas, destacam-se as espécies pioneiras, endémicas e invasoras. Das primeiras observou-se o estorno (*Ammophila Arenaria*) (fig.3) e o cardo-marítimo (*Eryngium Maritimum*) (fig.4), que pelas suas características de raízes extensas, lhe conferem uma enorme capacidade de retenção e fixação de areia, sendo por isso essenciais na estabilização e equilíbrio dos sistemas dunares. Sem elas, a formação da primeira linha de duna (embrionária) não seria possível, pois não há outras espécies que as substituam, pelo que a sua ausência pode levar à degradação de todo o sistema dunar.



Fig.3 Estorno



Fig.4 Cardo-marítimo

Por outro lado, observam-se espécies endémicas, como a raiz-divina (*Armeria Welwitschii*) (fig.5), que são exclusivamente características deste complexo. Devido à riqueza que estas conferem ao ecossistema, o Homem tomou algumas medidas para a sua preservação, como a construção de passadiços (fig.6) e a criação de espaços delimitados por estacas (fig.7).



Fig.5 Raiz-divina



Fig.6 Passadiço



Fig.7 Estacas

Por último, destacam-se também espécies invasoras como o Chorão-da-praia (*Carpobrotus edulis*) (fig.8) e a Acácia (*Acacia pycnantha bentham*) (fig.9), que não são características destes locais e ao os colonizarem, perturbam o ecossistema, uma vez que retiram o alimento às restantes espécies vegetais que são necessárias a fixação e equilíbrio da duna.



Fig.8 Chorão-da-praia



Fig.9 Acácia

## CONCLUSÃO

Apesar de todos os cuidados na observação e critério no catalogar das espécies vegetais presentes, e da atenciosa análise de todos os dados recolhidos, não foi possível delimitar linearmente cada uma das zonas existentes neste complexo dunar, devido à dispersão das espécies que permitem delimitar as várias zonas da duna. Estas não apresentam uma distribuição uniforme, devido ao grande dinamismo desta causada por ventos fortes, mobilizando assim as areias que a constituem. Por outro lado, a pressão exercida pelo homem também veio alterar este ecossistema, pelo que foram tomadas medidas para a sua preservação, como a implementação de passadiços e a delimitação de locais através de estacas.

O estudo da zonação deste complexo dunar, é muito importante visto que pode servir de base para investigações futuras, tanto na preservação da duna, como na das espécies que nela habitam, ou ainda na proteção dos terrenos interiores da subida do nível médio das águas do mar.

## REFERÊNCIAS

Cascais (2016). Complexo Dunar da Cresmina. Acedido em 09-04-2016 em [www.cm-cascais.pt/equipamento/nucleo-de-interpretacao-da-duna-da-cresmina](http://www.cm-cascais.pt/equipamento/nucleo-de-interpretacao-da-duna-da-cresmina) ; ICNF. Biodiversidade. Acedido em 07-04-2016 em [www.icnf.pt/portal/naturacilas/rn2000](http://www.icnf.pt/portal/naturacilas/rn2000)

## 6.2. Grelha de classificação do póster científico

Grupos	Introdução (24)			Método (4)	Resultados (20)		Discussão (30)			Aspetos gerais (20)					Subtotal
	8	8	8	4	10	10	10	10	10	4	4	4	6	4	100
	Questão Central/objetivo	Informação teórica pertinente (foco)	Informação suficiente para a discussão dos resultados (pesquisa direcionada para o objetivo e a discussão)	Procedimento descrito passo a passo (de modo a poder ser repetido)	Resultados/esquemas claros e segundo as normas (qualidade, legendas)	Resultados orientados para a consecução do objetivo do trabalho (relevância).	Os resultados obtidos são, de facto, analisados e interpretados (não se tratando de 1 mera repetição dos resultados)	A discussão vai ao encontro do objetivo do trabalho e é aprofundada	Integração de informação teórica (incluída na introdução) e evidências, sendo clara a distinção entre as duas	O póster é apelativo visualmente. Não possui grandes quantidades de texto.	Linguagem clara e objetiva. Coerência entre as partes	Processamento de informação tendo em conta o objetivo do trabalho, não revelando plágio	Rigor científico e detalhe adequados ao objetivo do trabalho. Aspectos formais	Bibliografia	0
1	8	4	8	2	8	10	10	10	8	4	4	4	3	3	86
2	3	8	8	3	3	3	0	4	4	3	3	2	3	4	51
3	6	8	8	3	10	10	8	8	6	4	4	4	4	4	87
4	6	8	6	3	9	10	10	10	8	2	4	4	3	4	87
5	2	6	6	3	7	10	7	7	5	2	2	0	1	0	58
6	4	8	8	3	8	10	10	10	10	4	3	4	2	0	84
7	8	8	6	3	8	8	8	8	10	4	3	4	3	4	85

Grupos	Subtotal	Poster revisto	Média poster
1	86	98	92
2	51	71	61
3	87	92	89,5
4	87	98	92,5
5	58	73	65,5
6	84	92	88
7	85	88	86,5

### 6.3. Grelha de classificação da apresentação do póster científico

Grupos	Contato Visual, Voz/Discurso e empatia com o público	Preparação Prévia	Ritmo	Conhecimento científico	Gestão do Tempo	Subtotal
	20	20	20	20	20	100
	O orador envolve o público através de contato visual, habilidades de questionamento e fazendo uma apresentação animada. O orador usa uma variedade de técnicas expressivas para transmitir entusiasmo ao público.	O orador faz transições suaves entre partes da apresentação. O orador não consulta folhas ou qualquer apontamento extra.	A apresentação é feita com velocidade e ritmo naturais. O orador não faz pausas ou silêncios inapropriados.	O orador demonstra completo conhecimento sobre o assunto como um especialista. O orador responde a perguntas com segurança.	Ótima gestão do tempo disponível.	
1	20	20	20	20	20	100
	20	20	20	20	20	100
	15	20	20	15	20	90
	20	20	20	20	20	100
2	20	20	20	15	20	95
	15	10	15	10	20	70
	10	10	15	10	20	65
	15	20	15	15	20	85
3	10	10	20	10	20	70
	20	20	20	20	20	100
	20	20	20	15	20	95
	15	10	20	15	20	80
4	20	20	20	20	20	100
	20	20	20	20	20	100
	20	15	20	20	20	95
	20	20	20	20	20	100
5	20	20	20	15	20	95
	10	10	20	15	20	75
	15	20	20	20	20	95
	20	15	20	15	20	90
6	15	10	20	15	20	80
	20	20	20	20	20	100
	20	20	20	20	20	100
7	20	20	20	20	20	100
	10	10	15	10	20	65
	20	20	20	20	20	100
	20	20	20	20	20	100

## **Apêndice 7**

### Categorias de análise de conteúdos

## 7.1. Quadros de categorias de análise de conteúdos dos questionários relativos aos aspetos da Natureza da Ciência

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da Noção de Ciência (q1 e q2)*

Questão	Categoria
<b>Definição de Ciência</b>	aspeto <b>instrumental</b> - um meio de resolver problemas
	aspeto de <b>arquivo</b> - um conhecimento organizado
	aspeto <b>metodológico</b> da ciência – objetiva
	aspeto <b>vocacional</b> - algo que pode ser descoberto por pessoas com talento para a investigação
	Difícil de explicar

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca das alterações no conhecimento científico (q1)*

Questão	Categoria
<b>Alterações no conhecimento científico</b>	Exemplos de teorias que alteraram
	Desenvolvimento de tecnologia
	Descoberta de novos factos

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca das alterações no conhecimento científico (q2)*

Questão	Resposta
<b>Alterações no conhecimento científico</b>	Erros
	Seleção
	Descoberta de novos factos
	Irrefutabilidade

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da criatividade e imaginação em Ciência (q1)*

Questão	Resposta	Categoria
<b>Criatividade e Imaginação</b>	Sim	Desenvolver raciocínio
		Depois da observação
		Encontrar conclusões
		Criação de procedimentos
		Influenciada por cada cientista
		Fundamentada
		Mente Aberta
	Talvez	Resultados lógicos
	Não	Raciocínio lógico
		Conhecimento
		Provas



*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da criatividade e imaginação em Ciência (q2)*

Questão	Categoria
<b>Caraterísticas de Pensamento</b>	Criatividade
	Inteligência
	Raciocínio
	Imaginação
	Estudo
	Espírito crítico
	Persistência
	Mente Aberta

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da controvérsia em Ciência (q1)*

Questões	Categoria
<b>Controvérsia</b>	Diferentes opiniões
	Diferentes conhecimentos
	Diferentes interpretações
	Influência cultural

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da controvérsia em Ciência (q2)*

Questão	Categoria
<b>Controvérsia</b>	Conhecimento
	Evolução
	Questionamento

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da Ciência e cultura (q1)*

Questão	Resposta	Categoria
<b>Ciência universal vs. cultural</b>	Universal	Provas
		Regras
		Está presente em todo o lado
		Aplicada em todas as sociedades
		Empírica
	Cultural	Controvérsia
		Censura da sociedade
		Religião
		Diferentes opiniões
		Pressões
		Necessidades
	Ambas	

*Categorias de análise de conteúdo do questionário relativo aos aspetos da Natureza da Ciência acerca da Ciência e cultura (q2)*

Questão	Resposta	Categoria
<b>Ciência universal vs. cultural</b>	Inserida na Cultura	Está presente em todo o lado
		Construção da Ciência
	Influenciada pela Cultura	Crenças
		Diferentes opiniões
		Necessidades
		Fundamental
		Construção da Ciência
	Acima da cultura	Tudo é Ciência
		Aceite por todos
		Sem influências
	Todas	

## 7.2. Quadros de categorias de análise de conteúdos da entrevista (e)

*Categorias de análise de conteúdo da entrevista à professora cooperante acerca das dificuldades consideradas pela mesma na abordagem dos aspetos da Natureza da Ciência (e)*

Questão	Categoria
Dificuldades na abordagem dos aspetos Natureza da Ciência	Ano Letivo
	Caraterísticas dos alunos
	Caraterísticas do professor
	Formação do professor
	Currículo